



Hinc patriam sustinet

**Instituto Superior de Agronomia**  
**Universidade Técnica de Lisboa**

## **Predação por mosca-tigre, *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae): estudos etológicos**

**Raquel Maria Fazenda Nunes**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Engenharia Agronómica**

Orientadora: Professora Elisabete Tavares Lacerda de Figueiredo Oliveira

Co-orientador: Professor José Carlos Franco Santos Silva

### **Júri:**

Presidente: Doutor Ernesto José de Melo Pestana de Vasconcelos, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutora Maria Teresa Ferreira Ramos Nabais de Oliveira Rebelo, Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa;

Doutor José Carlos Franco Santos Silva, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Elisabete Tavares Lacerda de Figueiredo Oliveira, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Célia Isabel Meirinho Mateus, Investigadora Auxiliar Instituto Nacional de Recursos Biológicos, I.P.

Lisboa, 2011

“Science... never solves a problem without creating ten more.”

George Bernard Shaw

## AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação de mestrado é resultado de um percurso individual, mas não seria possível sem o trabalho em equipa e sem o apoio e ajuda de todos os que para ela contribuíram, e por isso expresso o meu agradecimento:

à Professora Elisabete Figueiredo, orientadora desta dissertação, pelo apoio, pela disponibilidade em ajudar-me, por toda a orientação prestada na realização deste trabalho e por todos os conhecimentos transmitidos;

ao Professor José Franco, co-orientador, a disponibilidade em esclarecer qualquer dúvida, e pela sugestão e apoio em utilizar o EndNote, que vai ser uma ferramenta a usar no futuro;

à Doutora Célia Mateus, pelo apoio na realização de ensaios e pelas palavras de incentivo e força;

ao Professor António Mexia, por tudo o que me ensinou neste curso e por me ter dado a conhecer este tema de dissertação;

aos Agricultores Sr. José Firmino e Sr. Luis Canuto por disponibilizarem as suas estufas para a realização de ensaios e recolha de insectos;

ao Professor António Monteiro e Engenheiro José Jordão por disponibilizarem as suas estufas e ao Engenheiro André pela ajuda na captura dos insectos;

à Doutora Olívia Matos pela produção dos pigmentos que usei nos ensaios;

à Doutora Elsa Borges e Engenheira Vera Zina pelo apoio e sugestões;

a todos os membros da equipa do projecto “Flypred”;

ao André Garcia, por todo o apoio, incentivo, companhia nas viagens e pelo bom ambiente que se criou durante toda a realização desta dissertação;

às moscas-tigre, por me ensinarem a ter paciência;

aos meus Colegas do ISA, que me acompanharam ao longo destes seis anos;

ao ISA, uma grande escola;

aos meus Amigos por me ouvirem falar de moscas e por me perguntarem por elas;

à Andreia a amizade de sempre, os conselhos e por acreditar sempre que eu sou capaz;

à Carolina, o apoio e a ajuda com as fotografias;

à minha Família;

à minha mãe a paciência e ajuda durante todo o meu percurso escolar, ao meu pai todo o incentivo e alegria que me transmite, aos dois o amor, o apoio incondicional e as críticas que me ajudaram a crescer;

ao meu irmão todo o carinho e por me ouvir sempre;

à Tânia, foi quem me deu a conhecer o ISA, por todo o apoio e disponibilidade;

ao Jorge, por Tudo. Pela confiança, motivação, paciência e força que me transmite...

A todos os que fizeram parte deste caminho o meu sincero obrigada!

## RESUMO

*Coenosia attenuata* é predador polífago de importantes pragas de culturas protegidas. Com vista ao esclarecimento de aspectos da sua etologia, pouco conhecida, estudou-se, em laboratório, o comportamento predatório (local e número de orifícios de alimentação, preensão da presa e influência da cor das presas na predação) e aspectos relativos ao canibalismo e acasalamento. Em estufa, avaliou-se a influência da direcção e sentido do voo da presa.

A localização mais frequente dos orifícios provocados por *C. attenuata* em *Drosophila melanogaster*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Liriomyza huidobrensis*, *Diglyphus isaea* e *Bradysia difformis* foi no occipício, em direcção ao tórax, dorsalmente, e, em *Nesidiocoris tenuis*, na inserção das patas anteriores. O número de patas usadas para preensão variou com a presa. A cor não influenciou a predação de drosófila. A duração da predação variou entre 0,16 minutos (*B. difformis*) e 43,12 minutos (*D. melanogaster*). Os adultos atacam em geral presas em voo, mas em caixas de dimensão reduzida (10x10x10 cm<sup>3</sup>) verificou-se 53,8% de ataques a presas pousadas.

Verificaram-se mais ataques quando o deslocamento se dava na horizontal e de baixo para cima.

Observou-se canibalismo entre adultos, sendo os ataques de fêmeas a machos mais frequentes.

O acasalamento de moscas-tigre durou cerca de 15 minutos.

Palavras-chave: *Coenosia attenuata*, mosca-tigre, predador polífago, canibalismo, acasalamento.

## ABSTRACT

*Coenosia attenuata* is a polyphagous predator of important pests of protected crops. Ethological studies were performed for improving the knowledge on this species. The predatory behaviour (preferential location and number of feeding holes, number of legs used for prey holding and the influence of prey colour in predation), cannibalism and mating were studied in laboratory. The influence of the prey flight direction (and way) was evaluated in greenhouse.

The most frequent location of the holes caused by *C. attenuata* in *Drosophila melanogaster*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Liriomyza huidobrensis*, *Diglyphus isaea* and *Bradysia difformis* was the occipital area, towards the thorax, in dorsal position, but in *Nesidiocoris tenuis* was the foreleg insertion. The number of legs used varied with the prey. *Drosophila* colour did not influence its predation.

The duration of predation process varied between 0.16 minutes (*B. difformis*) and 43.12 minutes (*D. melanogaster*).

Adults usually attack prey in flight, but in small cages (10x10x10 cm<sup>3</sup>) 53.8% of the attacks were performed on steady prey.

Regarding the direction of flight of the prey, horizontal direction and the ascending way were preferred.

Cannibalism happened more often with female against smaller male adults.

The mating of *C. attenuata* took about 15 minutes.

Keywords: *Coenosia attenuata*, tiger-fly, polyphagous predator, cannibalism, mating.

## EXTENDED ABSTRACT

Tiger-fly, *Coenosia attenuata* Stein, 1903 (Diptera: Muscidae) is a polyphagous predator of important pests of protected horticultural crops (vegetables and ornamental), both in the larval and adult stages.

The adult tiger-fly feeds on flying insects, and is the only beneficial insect known to kill adult stages of whiteflies (Aleurodidae), fungus gnats (Sciaridae) and leafminers (Agromyzidae).

This predator is indigenous to the Palaearctic Region, probably to the Mediterranean region, and it is now present in all continents, spreading around the world probably through imported ornamental plants.

The existence of *C. attenuata* was detected in different agricultural production systems, mostly in protected horticultural and ornamental, but there are also references in outdoor horticultural and ornamental, gardens and fruit crops.

Different ethological studies were performed, aiming to improve knowledge on this dipteran. The studies took place at the Insectarium of the Instituto Superior de Agronomia and in green beans crops in commercial greenhouses, in Silveira (Torres Vedras), in the Oeste region of Portugal.

At the Insectarium, in cages of different sizes (cage type 1 - parallelepiped, with 30 cm length, 40 cm high and 30 cm deep; cage type 2 - parallelepiped, 20 cm x 40 cm x 20 cm; cage type 3 - cubic, 18 cm side; cage type 4 - cubic, 10 cm side; cage type 5 - cylindrical, 25 cm high and 18 cm diameter) tiger-fly was studied by direct observation or indirectly by analysis of video recordings of predation behaviour in different prey species. Time of predation, preferential location on the prey body of the insertion of the predator proboscis and the number of feeding holes were determined. In these studies, adults of six different species were used, including three insect pests: *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae), *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae), *Bradysia difformis* Frey (Diptera: Sciaridae) and one parasitoid: *Diglyphus isaea* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae) and *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) known as prey of *C. attenuata*, and a predator: *Nesidiocoris tenuis* (Reuteur) (Hemiptera: Miridae), which was only referred as tiger-fly prey under laboratory conditions.

Tiger-fly cannibalism and mating were also studied, as well as the influence of prey colour in predation by *C. attenuata*, using drosophila as prey. An assay was performed under greenhouse conditions to evaluate the influence of the prey flight direction in tiger-fly predation, using small grains of sand launched in different directions (horizontal and vertical) and ways, in the vicinity of *C. attenuata*.

For predatory behaviour and for the colour assay only adult females of *C. attenuata* were used, since females have a higher predation rate and longevity compared to adult males.

The duration of tiger-fly attack varied between 0.16 and 43.12 minutes, reaching a maximum with *D. melanogaster* and a minimum with *Bradysia difformis*.

The most frequent holes locations made by *C. attenuata* in prey body was analyzed by collecting the preyed insects from the cages, with a brush, and observing with a stereoscopic microscope the site of insertion of the proboscis.

In *D. melanogaster* (N = 102), *T. vaporariorum* (N = 110), *L. huidobrensis* (N = 72), *D. Isaea* (N = 50) and *B. difformis* (N = 42), the preferential location of the hole was in the occipital area, towards the thorax, in dorsal position. In *Nesidiocoris tenuis*, the preferential location of the hole was in the insertion of the foreleg. More than a hole (up to five) per prey were observed, except in *D. isaea*.

Adults usually attack prey in flight, but in small cages (10x10x10 cm<sup>3</sup>) 53.8% of the attacks were made on steady prey.

No statistically significant differences were detected comparing the attack of *C. attenuata* on colored (red or blue) and uncolored prey, nor preferences were observed among the studied colours.

Differences were detected in the attack rate regarding the direction of prey flight. The preferential ones were the horizontal direction and the ascending way.

Cannibalism happened more often with female against smaller male adults.

The mating of *C. attenuata* took about 14.5 minutes on average, being 21.0 minutes the maximum and 9.0 minutes the minimum.

Keywords: *Coenosia attenuata*, tiger-fly, polyphagous predator, cannibalism, mating.



## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| AGRADECIMENTOS .....  | iii       |
| RESUMO .....  | v         |
| ABSTRACT .....  | vi        |
| EXTENDED ABSTRACT .....   | vii       |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....   | xi        |
| ÍNDICE DE QUADROS .....   | xiv       |
| <br>  |           |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE MOSCA-TIGRE .....</b>                                   | <b>3</b>  |
| 2.1. NOMES VULGARES .....   | 3         |
| 2.2. CICLO DE VIDA .....  | 3         |
| 2.3. MORFOLOGIA DOS ADULTOS .....   | 4         |
| 2.3.1. Cabeça .....   | 4         |
| 2.3.2. Tórax.....   | 6         |
| 2.3.3. Abdómen .....  | 6         |
| 2.4. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, HABITATS E PLANTAS HOSPEDEIRAS .....                        | 7         |
| 2.5. COMPORTAMENTO PREDATÓRIO DOS ADULTOS .....   | 8         |
| 2.5.1. Aspectos gerais .....  | 8         |
| 2.5.2. Descrição do ataque .....  | 10        |
| 2.6. PRESAS.....  | 12        |
| 2.7. LUTA BIOLÓGICA.....  | 15        |
| <b>3. PREDÇÃO POR MOSCA-TIGRE – ESTUDOS ETOLÓGICOS .....</b>                              | <b>16</b> |
| 3.1. CAPTURA DE PRESAS POR MOSCA-TIGRE EM LABORATÓRIO .....                               | 16        |
| 3.1.1. Objectivo .....  | 16        |
| 3.1.2. Material e métodos.....  | 16        |
| 3.1.3. Resultados e discussão .....   | 21        |
| 3.2. INFLUÊNCIA DA COR DAS PRESAS NA PREDÇÃO POR MOSCA-TIGRE EM<br>LABORATÓRIO .....      | 32        |
| 3.2.1. Objectivo .....  | 32        |
| 3.2.2. Material e métodos.....  | 32        |
| 3.2.3. Resultados e discussão .....   | 35        |
| 3.3. IMPORTÂNCIA DA DIRECÇÃO DO VOO DA PRESA NO ATAQUE POR MOSCA-<br>TIGRE EM ESTUFA..... | 38        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3.1. Objectivo .....   | 38        |
| 3.3.2. Material e métodos.....   | 39        |
| 3.3.3. Resultados e discussão .....  | 40        |
| <b>4. CANIBALISMO ENTRE ADULTOS DE MOSCA-TIGRE.....</b>  | <b>43</b> |
| 4.1. Objectivo .....   | 43        |
| 4.2. Material e métodos .....  | 43        |
| 4.3. Resultados e discussão.....   | 44        |
| <b>5. ACASALAMENTO .....</b>   | <b>45</b> |
| 5.1. Objectivo .....   | 45        |
| 5.2. Material e métodos .....  | 46        |
| 5.3. Resultados e discussão.....   | 46        |
| <b>6. CONCLUSÕES .....</b>   | <b>48</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>50</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>56</b> |
| <b>Anexo 1 – Chave de Hennig (1964) para identificação do grupo tigrina (Kühne, 2000). .....</b>   | <b>56</b> |
| <b>Anexo 2 – Comprimento de presas de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i>.....</b>  | <b>57</b> |
| <b>Anexo 3 – Receita da dieta alimentar de <i>Drosophila melanogaster</i>. .....</b>   | <b>59</b> |
| <b>Anexo 4 – Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i>, em diferentes presas. ....</b>                  | <b>59</b> |
| <b>Anexo 5 – Número de patas utilizadas por mosca-tigre (<i>Coenosia attenuata</i>) para segurar a presa durante a predação de diferentes presas. ....</b> | <b>63</b> |
| <b>Anexo 6 – Influência da cor das presas na predação por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i>.....</b>  | <b>66</b> |
| <b>Anexo 7 – Importância da direcção do voo da presa no ataque por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> – resultados.....</b>                            | <b>69</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> – Ciclo de vida de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a 25 °C (adaptado de Kühne, 1998 e Pohl <i>et al.</i> , 2011).   | 3  |
| <b>Figura 2</b> – Dimorfismo sexual de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> : <b>a</b> – Fêmea; <b>b</b> – Macho (originais de A. Duarte Mil-Homens).  | 4  |
| <b>Figura 3</b> – Cabeça de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> : <b>a</b> – Macho; <b>b</b> – Fêmea (Couri & Salas, 2010).   | 4  |
| <b>Figura 4</b> – Extremidade da armadura bucal de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> : <b>a</b> – Vista lateral, <b>b</b> – Vista dorsal (Adaptado de Kühne & Heller, 2010).  | 5  |
| <b>Figura 5</b> – Pormenor da pata de fêmea de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> : as setas assinalam a tíbia de cor amarela (Pohl <i>et al.</i> , 2011).   | 6  |
| <b>Figura 6</b> – Tipos de caixas utilizadas nos ensaios (originais da autora).  | 17 |
| <b>Figura 7</b> – Aspecto do sistema utilizado de criação de <i>Drosophila melanogaster</i> (original da autora).  | 19 |
| <b>Figura 8</b> – Aspecto das gaiolas utilizadas na criação de larvas-mineiras ( <i>Liriomyza huidobrensis</i> ), moscas-brancas ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> ) e mirídeos ( <i>Nesidiocoris tenuis</i> ) sobre tomateiro (original da autora).  | 19 |
| <b>Figura 9</b> - Frasco com solução de mel a 50% para alimentação de <i>Diglyphus isaea</i> , em laboratório e respectiva embalagem de comercialização (original da autora).  | 20 |
| <b>Figura 10</b> – Duração (minutos) do ataque de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a diferentes presas: mosca-branca, <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (N=36); larva-mineira, <i>Liriomyza huidobrensis</i> , (N = 35); drosófila, <i>Drosophila melanogaster</i> (N=33), mirídeos, <i>Nesidiocoris tenuis</i> (N=41) e esciarídeos, <i>Bradysia difformis</i> (N=36). | 21 |
| <b>Figura 11</b> – Distribuição de frequências (%) da localização dos orifícios provocados pelo ataque de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a drosófila, <i>Drosophila melanogaster</i> .   | 22 |
| <b>Figura 12</b> – Drosófila, <i>Drosophila melanogaster</i> , predada por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> . A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora).   | 22 |
| <b>Figura 13</b> – <b>a</b> – Frequência (em %) do número de orifícios por presa provocados pelo ataque de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a 102 drosófilas, <i>Drosophila melanogaster</i> . <b>b</b> – Tempo médio, em minutos, gasto pela mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , no consumo da presa, em função do número de orifícios efectuados.               | 23 |
| <b>Figura 14</b> – Distribuição de frequências (em %) da localização dos orifícios provocados pelo ataque de <i>Coenosia attenuata</i> a mosca-branca, <i>Trialeurodes vaporariorum</i> .  | 23 |
| <b>Figura 15</b> – Mosca-branca, <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , predada por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> . A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora).  | 24 |
| <b>Figura 16</b> – <b>a</b> – Frequência (em %) de número de orifícios provocados pelo ataque de <i>Coenosia attenuata</i> a 110 moscas-brancas, <i>Trialeurodes vaporariorum</i> . <b>b</b> – tempo médio, em minutos, gasto pela mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , no consumo da presa, em função do número de orifícios efectuados.                                  | 24 |
| <b>Figura 17</b> – Larva-mineira, <i>Liriomyza huidobrensis</i> , predada por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> . A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora).  | 24 |
| <b>Figura 18</b> - Distribuição de frequências (em %) da localização do orifício provocado pelo ataque de <i>Coenosia attenuata</i> a adultos de larva-mineira, <i>Liriomyza huidobrensis</i> .  | 25 |
| <b>Figura 19</b> – <b>a</b> – Frequência (%) do número de orifícios por presa provocados pelo ataque de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a 72 adultos de larva-mineira, <i>Liriomyza huidobrensis</i> . <b>b</b> – Tempo médio, em minutos, gasto por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , no consumo da presa, em função do número de orifícios efectuados.       | 25 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 20</b> - Distribuição de frequências (em %) da localização do orifício provocado pelo ataque de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , ao parasitóide <i>Diglyphus isaea</i> . ....   | 26 |
| <b>Figura 21</b> – Exemplar de <i>Diglyphus isaea</i> predado por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> . A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora). ....  | 26 |
| <b>Figura 22</b> – Distribuição de frequências (em %) da localização do orifício provocado pelo ataque de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , ao esciarídeo, <i>Bradysia difformis</i> . ....  | 27 |
| <b>Figura 23</b> - Exemplar do esciarídeo, <i>Bradysia difformis</i> , predado por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> . A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora). ....   | 27 |
| <b>Figura 24</b> – <b>a</b> – Frequência (em %) do número de orifícios por presa provocados pelo ataque de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , ao esciarídeo, <i>Bradysia difformis</i> . <b>b</b> – Tempo médio, em minutos, gasto por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , no consumo da presa, em função do número de orifícios efectuados. ....  | 28 |
| <b>Figura 25</b> - Distribuição de frequências (em %) da localização do orifício provocado pelo ataque de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , ao mirídeo, <i>Nesidiocoris tenuis</i> . ....  | 28 |
| <b>Figura 26</b> - Exemplar do mirídeo, <i>Nesidiocoris tenuis</i> , predado por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> . A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora). ....   | 29 |
| <b>Figura 27</b> – <b>a</b> – Frequência (em %) do número de orifícios por presa provocados pelo ataque de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a 45 mirídeos, <i>Nesidiocoris tenuis</i> . <b>b</b> – Tempo médio, em minutos, gasto por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , no consumo da presa, em função do número de orifícios efectuados. ....   | 29 |
| <b>Figura 28</b> – Mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a predar uma drosófila, <i>Drosophila melanogaster</i> , corada de vermelho.(original da autora).....   | 33 |
| <b>Figura 29</b> – <i>Drosophila melanogaster</i> corada (início do ensaio): <b>a</b> – corada de azul; <b>b</b> – corada de vermelho (originais da autora) .....   | 34 |
| <b>Figura 30 (início)</b> – Frequência relativa do número de drosófilas, <i>Drosophila Melanogaster</i> , atacadas por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , em ensaios de dupla escolha, em função da coloração da presa: <b>a</b> – azul versus testemunha; <b>b</b> – vermelho versus testemunha. ....  | 35 |
| <b>Figura 30 (cont.)</b> – Frequência relativa do número de drosófilas, <i>Drosophila Melanogaster</i> , atacadas por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , em ensaios de dupla escolha, em função da coloração da presa: <b>c</b> – azul versus vermelho.....   | 36 |
| <b>Figura 31</b> – Drosófilas, <i>Drosophila melanogaster</i> , coradas de vermelho e azul, após a realização do ensaio (original da autora). ....  | 36 |
| <b>Figura 32</b> – Duração (em minutos) do ensaio de dupla escolha – azul vs testemunha. (N = 31, Desvio padrão = 28,55). ....  | 37 |
| <b>Figura 33</b> – Duração (em minutos) do ensaio de dupla escolha – vermelho vs testemunha. (N = 30, Desvio padrão = 21,23). ....  | 38 |
| <b>Figura 34</b> – Duração (em minutos) do ensaio de dupla escolha – azul vs vermelho. (N= 31, Desvio padrão = 32,85). ....   | 38 |
| <b>Figura 35</b> – Esquema do lançamento de grãos de areia que simulam o voo das presas de mosca-tigre; <b>a</b> – Direcção vertical (sentido ascendente; sentido descendente); e <b>b</b> – Direcção horizontal (sentido da direita para a esquerda; sentido da esquerda para a direita). As setas a vermelho indicam a direcção e sentido do lançamento, e os círculos a preto indicam a localização da mosca-tigre (original de André Garcia)..... | 39 |
| <b>Figura 36 (início)</b> – Resultados obtidos nos lançamentos efectuados para testar a importância da direcção e sentido do voo da presa na predação por mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> . <b>a</b> – vertical vs horizontal, <b>b</b> – vertical (descendente), <b>c</b> – vertical (ascendente), <b>d</b> – horizontal (direita para esquerda). ....  | 41 |
| <b>Figura 36 (cont.)</b> - <b>e</b> – horizontal (esquerda-direita), <b>f</b> – vertical, <b>g</b> – horizontal, <b>h</b> – vertical vs horizontal, <b>i</b> – vertical, <b>j</b> – horizontal. ....  | 42 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 36 (cont.)</b> –k – horizontal (direita para esquerda), l – horizontal (esquerda para direita), m – vertical (ascendente), n – vertical (descendente).....  | 43 |
| <b>Figura 37</b> – Canibalismo entre moscas tigre fêmeas, em laboratório (originais da autora).   | 44 |
| <b>Figura 38</b> - Distribuição de frequências (em %) da localização dos orifícios provocados pelo ataque de mosca-tigre fêmea a mosca-tigre macho. ....  | 45 |
| <b>Figura 39</b> – a – Frequência (em %) do número de orifícios por presa provocados pelo ataque de mosca-tigre, ( <i>Coenosia attenuata</i> ) fêmea a macho. b – tempo médio, em minutos, gasto pela mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , no canibalismo. ....         | 45 |
| <b>Figura 40</b> – Duração (em minutos) do acasalamento de mosca- tigre, <i>Coenosia attenuata</i> . (Desvio padrão = 3,34). ....   | 46 |
| <b>Figura 41</b> – Acasalamento de mosca-tigre, ( <i>Coenosia attenuata</i> ). a – vista superior, b – vista inferior, c e d – vista lateral. ....  | 47 |
| <b>Figura 42</b> – Lançamentos efectuados nos dias 7 e 21 de Junho. a – direcção vertical (cima para baixo), b – direcção horizontal.....   | 69 |
| <b>Figura 43 (início)</b> - Lançamentos efectuados no dia 6 de Setembro. c – lançamento vertical (cima para baixo), d – lançamento vertical (baixo para cima).....  | 70 |
| <b>Figura 43 (cont.)</b> - Lançamentos efectuados no dia 6 de Setembro. c – lançamento vertical (cima para baixo), d – lançamento vertical (baixo para cima), e – lançamento horizontal (direita para a esquerda) f – lançamento horizontal (esquerda para a direita). .... | 71 |

## ÍNDICE DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| <b>Quadro 1</b> – Distribuição geográfica, habitats e plantas hospedeiras onde foi detectada mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> .....                                    | 7  |
| <b>Quadro 2</b> – Comprimento (mm) e tempos de predação de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> ♀ para diferentes presas. ....   | 11 |
| <b>Quadro 3</b> – Resumo dos resultados relativos a alguns aspectos do comportamento predatório de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , sobre diferentes presas. ....    | 30 |
| <b>Quadro 4</b> – Comprimento de <i>Drosophila melanogaster</i> , n=35. ....   | 57 |
| <b>Quadro 5</b> – Comprimento de <i>Bradysia difformis</i> , n=35. ....  | 58 |
| <b>Quadro 6</b> - Ingredientes e respectivas quantidades da dieta alimentar de <i>D. melanogaster</i> . ....   | 59 |
| <b>Quadro 7</b> - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a <i>Diglyphus isaea</i> . ....                             | 59 |
| <b>Quadro 8</b> - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a .....   | 60 |
| <b>Quadro 9</b> - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a <i>Bradysia difformis</i> .....                           | 60 |
| <b>Quadro 10</b> - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a <i>Liriomyza huidobrensis</i> .....                      | 61 |
| <b>Quadro 11</b> - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a <i>Trialeurodes vaporariorum</i> . ....                  | 61 |
| <b>Quadro 12</b> - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, <i>Coenosia attenuata</i> , a <i>Drosophila melanogaster</i> . ....                    | 62 |
| <b>Quadro 13</b> – Número de patas utilizadas por mosca-tigre ( <i>Coenosia attenuata</i> ) para segurar drosófilas, <i>Drosophila melanogaster</i> durante a predação. .... | 63 |
| <b>Quadro 14</b> – Número de patas utilizadas por mosca-tigre ( <i>Coenosia attenuata</i> ) para segurar mirídeos, <i>Nesidiocoris tenuis</i> , durante a predação. ....     | 64 |
| <b>Quadro 15</b> – Número de patas utilizadas por mosca-tigre ( <i>Coenosia attenuata</i> ) para segurar esciarídeos, <i>Bradysia difformis</i> , durante a predação. ....   | 65 |
| <b>Quadro 16</b> – Resultados dos ensaios de dupla escolha, em função da coloração da presa: vermelho versus testemunha.....   | 66 |
| <b>Quadro 17</b> – Resultados dos ensaios de dupla escolha, em função da coloração da presa: azul versus testemunha.....   | 67 |
| <b>Quadro 18</b> – Resultados dos ensaios de dupla escolha, em função da coloração da presa: azul versus vermelho. ....  | 68 |

# 1. INTRODUÇÃO

Os adultos pertencentes ao género *Coenosia* Meigen, 1826 (Diptera: Muscidae) são predadores polípagos de pequenos insectos pouco esclerotizados (Kühne, 2000; Pont, 1986).

A espécie *Coenosia attenuata* Stein, 1903 está amplamente distribuída a nível mundial (Pont, 2004), sendo vulgarmente conhecida por mosca-tigre, devido ao seu comportamento predatório.

A mosca-tigre é um predador políphago e as suas características etológicas tornam-na um promissor agente de luta biológica em culturas protegidas (Prieto *et al.*, 2003). A sua presença em estufas foi detectada pela primeira vez, em Israel, em estudos realizados entre 1981 e 1984, em produção de gerberas, gipsófila e crisântemos (Freidberg & Gijswijt, 1983). Em Portugal, este díptero foi descoberto pela primeira vez em 2002, em culturas hortícolas protegidas, na região do Oeste (Prieto *et al.*, 2005).

É o único predador conhecido de adultos de moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae), larvas-mineiras (Diptera: Agromyzidae), esciarídeos (Diptera: Sciaridae) e outros pequenos dípteros, cicadelídeos (Hemiptera: Cicadellidae) (Kühne, 1998; 2000), podendo predar, também, afídeos (Hemiptera: Aphidoidea) e tripes (Thysanoptera) (Kühne, 1998; Mateus & Figueiredo, 2011; Ramírez, 2008). Em Portugal, estas pragas surgem com elevada frequência em culturas protegidas (hortícolas e ornamentais) e estão associadas a elevados prejuízos para os agricultores.

O aumento do uso de produtos fitofarmacêuticos para o combate a pragas tem repercussões negativas, tanto no ambiente, como nos custos de uma empresa agrícola (Sutherland, 2005). O aparecimento de resistência às substâncias activas dos produtos fitofarmacêuticos conduz, também, à necessidade de recorrer cada vez mais à luta biológica e à implementação de medidas que fomentem a limitação natural (Moreschi & Colombo, 1999).

O uso de luta química intensiva em culturas protegidas pode reduzir o número de auxiliares existentes, nomeadamente mosca-tigre (Prieto *et al.*, 2005). Pelo contrário, a crescente implementação de programas de produção integrada ou modo de produção biológico permite a diminuição do uso de tratamentos químicos, favorecendo a entrada espontânea de auxiliares, como por exemplo a mosca-tigre (Téllez & Tapia, 2005b).

No presente trabalho, pretendeu-se, através de estudos em laboratório e em estufa, aumentar os conhecimentos etológicos sobre este predador, tendo em vista a sua utilização como agente de luta biológica, no combate a pragas de culturas protegidas.

Este trabalho está dividido em duas partes. Na primeira, apresenta-se revisão bibliográfica sobre mosca-tigre, incidindo sobretudo sobre a sua etologia, e na segunda a parte experimental. Esta última foi organizada em cinco temas: no primeiro, estudaram-se aspectos do comportamento predatório da mosca-tigre em laboratório, avaliando tempos de predação, locais de ataque na presa, número de patas com função preensora e outros aspectos do comportamento de mosca-tigre, como o ataque a presas pousadas; no segundo estudou-se a influência da cor das presas no ataque deste predador em laboratório; o terceiro incide sobre o estudo do efeito da direcção e sentido do voo da presa na resposta predatória da mosca-tigre na estufa; e o quarto e quinto abordam, embora de forma preliminar, o canibalismo e o acasalamento, respectivamente.

O tema desta dissertação insere-se no projecto PTDC/AGR-AAM/099723/2008, intitulado “Flypred – Que papel para a mosca-tigre na luta biológica em culturas protegidas?”, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, que tem como principal objectivo o estudo aprofundado da bioecologia e do comportamento de mosca-tigre.



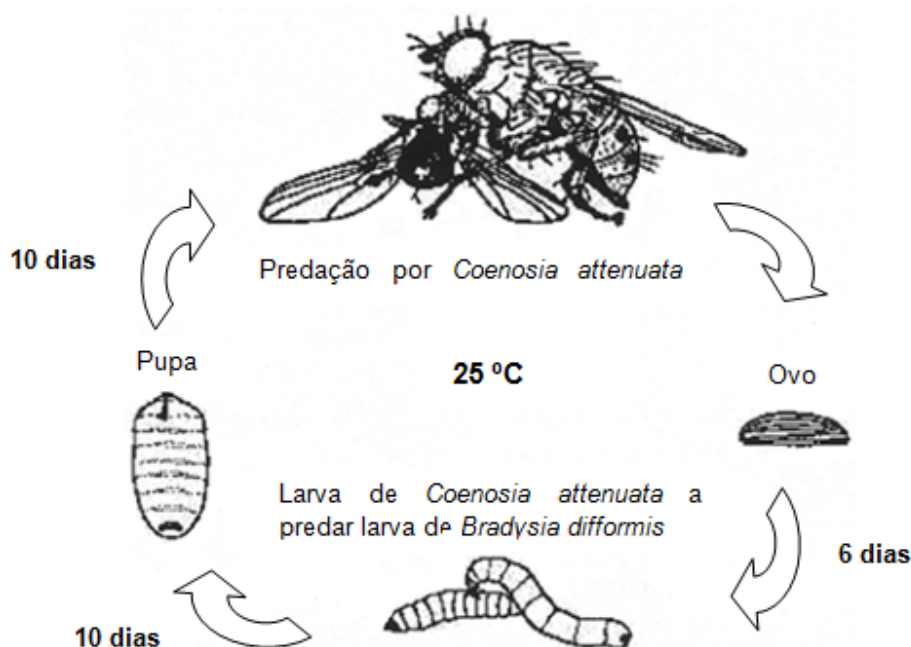
## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE MOSCA-TIGRE

### 2.1. NOMES VULGARES

A espécie *Coenosia attenuata* é vulgarmente conhecida por diferentes denominações, dependendo de cada país, mas que indiciam, em qualquer dos casos, o seu comportamento agressivo. Em português, é designada por “mosca-tigre” (Pinho *et al.*, 2009); em países de língua espanhola, é conhecida por “mosca-tigre”, “mosca cazadora”, ou “mosca asesina” (Salas & Larraín, 2009; Téllez & Tapia, 2005a; Téllez & Tapia, 2006); em inglês, é denominada por “killer fly”, “hunter fly”, “tiger fly”, “old world hunter fly” e “old world predator fly” (Ferguson *et al.*, 2006; Pons, 2005; Sutherland, 2005; Téllez *et al.*, 2009); em alemão, *C. attenuata* é conhecida por “Killerfliege” (Anónimo, 1996) e “räuberische fliege” (Kühne, 2000).

### 2.2. CICLO DE VIDA

Estudos sobre o ciclo de vida de *C. attenuata* foram realizados por Kühne (2000). O período de tempo entre a postura do ovo e a eclosão do adulto varia com a temperatura; a 20°C dura entre 40 e 43 dias e a 25°C dura entre 26 e 27 dias (Figura 1).



**Figura 1** – Ciclo de vida de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a 25 °C (adaptado de Kühne, 1998 e Pohl *et al.*, 2011).

### 2.3. MORFOLOGIA DOS ADULTOS

Os adultos de *C. attenuata* apresentam dimorfismo sexual (Martinez & Cocquempot, 2000) (Figura 2; Anexo 1). O tamanho do corpo e das estruturas que o constituem, os diferentes padrões de coloração e a genitália são as principais diferenças morfológicas entre machos e fêmeas (Pérez, 2006).

O macho de *C. attenuata* mede entre 2,5 e 3 mm e a fêmea entre 3 e 4 mm de comprimento (Hoebeke *et al.*, 2003; Lambert, 2006).



**Figura 2** – Dimorfismo sexual de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*: **a** – Fêmea; **b** – Macho (originais de A. Duarte Mil-Homens).

#### 2.3.1. Cabeça

A cabeça do adulto de *C. attenuata* é do tipo hipognata (Figura 3). Os olhos compostos são dicópticos e ocupam grande parte da cabeça. Apresentam cor vermelha e não possuem sedas entre os omatídeos. No vértice, existem três ocelos de cor vermelha escura, dispostos em triângulo (Pérez, 2006).



**Figura 3** – Cabeça de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*: **a** – Macho; **b** – Fêmea (Couri & Salas, 2010).

### Antenas

Como em todos os Brachycera, as antenas dos machos e das fêmeas de *C. attenuata* são aristadas e compostas por escapo, pedicelo e pelo flagelo onde está inserida a arista. Estão cobertas com escamas de cor amarela, com apontamentos prateados escuros nas fêmeas e de um tom mais claro nos machos (Martinez & Cocquempot, 2000; Pérez, 2006).

### Armadura bucal

O adulto de *C. attenuata* possui armadura bucal muscóide modificada, bem adaptada à predação (Martinez & Cocquempot, 2000; Téllez & Tapia, 2005a), em forma de U invertido. O órgão de sucção é designado por probóscide (Houias & Vilar, 2002) e é constituído por três elementos: o complexo labro-epifaringe, que forma a parede dorsal da probóscide; o lábio inferior ou *labium*, que forma a parede ventral, e a hipofaringe, que se projecta entre os outros dois elementos. O lábio inferior é a estrutura mais esclerotizada da armadura bucal e não apresenta sedas (Pérez, 2006).

As espécies do género *Coenosia* possuem no labelo um dente apical, quatro a cinco dentes pré-estomais, uma língua raspadora e várias sedas (Figura 4). O dente apical existente no centro do labelo tem forma de punhal, é formado por escleritos discais e é responsável por perfurar a cutícula da presa e injectar saliva, que contém uma substância com efeito paralisante sobre a presa. Os dentes pré-estomais encontram-se lateralmente no labelo, apresentam diferentes tamanhos e têm a forma de unha. Estes dentes têm como função rasgar a cutícula da presa, que é então penetrada pela probóscide. A língua raspadora é constituída por uma série de estruturas e sedas localizadas em todo o labelo e tem como função triturar o músculo, permitindo a liquefacção do conteúdo do corpo da presa, para a sua sucção (Kühne, 1998; 2000; Pohl *et al.*, 2011).



**Figura 4** – Extremidade da armadura bucal de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*: **a** – Vista lateral, **b** – Vista dorsal (Adaptado de Kühne & Heller, 2010).

### 2.3.2. Tórax

#### Patas

Tanto na fêmea, como no macho de *C. attenuata*, o comprimento das patas é maior que o do corpo e as patas anteriores são as mais curtas e as posteriores mais longas (Pérez, 2006).

As patas do macho adulto de *C. attenuata* são inteiramente amarelas, apresentando um ligeiro acastanhamento ao nível dos tarsos médio e posterior. Nas fêmeas, apenas a tíbia apresenta cor amarela, tendo os outros segmentos da pata coloração acastanhada (Martinez & Cocquempot, 2000; Pérez, 2006) (Figura 5).

As patas anteriores de *C. attenuata* possuem função preensora na captura em voo das diferentes presas (Moreschi & Süss, 1998).



**Figura 5** – Pormenor da pata de fêmea de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*: as setas assinalam a tíbia de cor amarela (Pohl *et al.*, 2011).

#### Asas

As asas dos machos e das fêmeas adultas de *C. attenuata* diferem em relação ao tamanho, que é maior nas fêmeas, e à coloração das nervuras, que são amarelas em ambos os sexos, mas apresentam nos machos um tom mais claro (Pérez, 2006).

### 2.3.3. Abdómen

O abdómen de *C. attenuata* apresenta cinco segmentos visíveis (Pérez, 2006). A partir da zona dorsal, é possível distinguir os machos das fêmeas. A fêmea apresenta três bandas escuras no abdómen, que não estão presentes no macho (Martinez & Cocquempot, 2000).

## 2.4. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, HABITATS E PLANTAS HOSPEDEIRAS

*Coenosia attenuata* tem origem na região Paleártica (Kühne, 2000), provavelmente na região mediterrânea (Martinez & Cocquempot, 2000). Actualmente, *C. attenuata* está presente em todos os continentes (Pont, 2004) (Quadro 1).

O aumento do comércio internacional de plantas hortícolas e ornamentais favorece a propagação de pragas e respectivos inimigos naturais, incluindo predadores e parasitóides (Martínez-Sánchez *et al.*, 2002). Martinez & Cocquempot (2000) referem que a propagação de *C. attenuata* pelo mundo terá sido feita através de plantas ornamentais importadas.

**Quadro 1** – Distribuição geográfica, habitats e plantas hospedeiras onde foi detectada mosca-tigre, *Coenosia attenuata*.

| Ano  | Local       | Habitat/ Plantas hospedeiras                                       | Referência                                |
|------|-------------|--|---|
| 1983 | Israel      | -  | Lambert, 2006; Freidberg & Gijswijt, 1983 |
| 1991 | Alemanha    | -  | Schrameyer, 1991                          |
| 1991 | Itália      | -  | Colombo & Eördegh, 1991                   |
| 1998 | Turquia     | Ar livre - algodão   | Pohl <i>et al.</i> , 2003;                |
| 1999 | França      | Cultura protegida – soja   | Martinez & Cocquempot, 2000               |
| 1999 | Nova Iorque | Cultura protegida – estrela-de-natal                               | Hoebeke <i>et al.</i> , 2003; Pons, 2005  |
| 1999 | Equador     | Ar livre – batata  | Martínez-Sánchez <i>et al.</i> , 2002     |
| 1999 | Malta       | -  | Ebejer & Gatt, 1999                       |
| 2000 | Espanha     | Cultura protegida – pimento, ervilha e feijão-verde                | Rodriguez & Lirola, 2002a                 |
| 2001 | Perú        | Cultura protegida  | Martínez-Sánchez <i>et al.</i> , 2002     |
| 2001 | Portugal    | Cultura protegida – hortícolas                                     | Prieto, 2002                              |
| 2003 | Colômbia    | Cultura protegida – <i>Aster</i> (Asteraceae)                      | Pérez, 2006                               |
| 2006 | Eslováquia  | Jardim botânico  | Suvák, 2008                               |
| 2006 | Costa Rica  | Cultura protegida – ornamentais                                    | Ramírez, 2008                             |
| 2006 | Canadá      | Cultura protegida – gerânios                                       | Roy <i>et al.</i> , 2006                  |
| 2008 | Alemanha    | Cultura protegida – orquídeas                                      | Kühne & Heller, 2010                      |
| 2008 | Paquistão   | Cultura protegida – pepino   | Shirazi <i>et al.</i> , 2009              |
| 2009 | Turquia     | Cultura protegida – ervas aromáticas                               | Kühne & Heller, 2010                      |
| 2010 | Chile       | Ar livre – frutícolas, hortícolas. Cultura protegida - ornamentais | Salas & Larraín, 2011                     |

Para além dos países indicados no Quadro 1, foi também reportada a existência de *C. attenuata* no Egito, Síria, Líbia, Afeganistão e Argélia (Hennig, 1964), Iraque e Marrocos (Pont, 1986), Holanda (Blind, 1999), Chipre (Pont, 2004) e Grécia (Suvák, 2008).

*Coenosia attenuata* foi detectada em diferentes sistemas de produção agrícola, existindo maioritariamente em culturas hortícolas e ornamentais protegidas, mas também existem referências da sua existência em culturas hortícolas e ornamentais ao ar livre, jardins e culturas frutícolas (Rodríguez *et al.*, 2004).

A existência deste predador está referenciada em estrelas-de-Natal (*Euphorbia pulcherrima* L.), *Fuchsia* sp. L., crisântemos (*Chrysanthemum* spp.), gerberas (*Gerbera* spp.), rosas (*Rosa* spp.), lírios (*Lilium* spp.), gerânios (*Geranium* spp.) (Lambert, 2006; Pons, 2005; Sutherland, 2005), e em culturas hortícolas como pepino (*Cucumis sativus* L.), melão (*Cucumis melo* L.), meloa (*Cucumis melo* L. *cantalupensis* Naud.), abóbora (*Cucurbita* spp.), alcachofra (*Cynara cardunculus* L.), salsa (*Petroselinum crispum* L.), pimento (*Capsicum annuum* L.), mirtilos (*Vaccinium corymbosum* L.), ervilha (*Pisum sativum* L.), feijão-verde (*Phaseolus vulgaris* L.), alface (*Lactuca sativa* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), batata (*Solanum tuberosum* L.) (Couri & Salas, 2010; Pinho *et al.*, 2009; Prieto *et al.*, 2005; Rodríguez & Lirola, 2002a; Salas & Larraín, 2011; Shirazi *et al.*, 2009; Sutherland, 2005). Em culturas frutícolas, *C. attenuata* foi detectada em citrinos e vinha (Salas & Larraín, 2009).

## 2.5. COMPORTAMENTO PREDATÓRIO DOS ADULTOS

### 2.5.1. Aspectos gerais

#### Polifagia

As larvas e adultos de *C. attenuata* são predadores polípagos, alimentando-se de grande variedade de insectos (Sensenbach *et al.*, 2005), entre os quais importantes pragas de culturas hortícolas e ornamentais protegidas (Moreschi & Süss, 1998; Ramírez, 2008).

Na ausência de outras presas pode observar-se efeito negativo sobre auxiliares utilizados em luta biológica contra pragas (Téllez & Tapia, 2007), pois verificaram-se ataques a organismos auxiliares, como *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) e *Dacnusa sibirica* (Hymenoptera: Braconidae), ambas parasitóides de larvas-mineiras (Diptera: Agromyzidae) (Rodríguez & Lirola, 2002b).

*Coenosia attenuata* é o único predador conhecido de adultos de moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae), larvas-mineiras (Diptera: Agromyzidae), esciarídeos (Diptera: Sciaridae) e outros pequenos dípteros, cicadélídeos (Hemiptera: Cicadellidae) (Kühne, 1998;

2000), podendo predar, também, afídeos (Hemiptera: Aphidoidea) e tripes (Thysanoptera) (Kühne, 1998; Mateus & Figueiredo, 2011; Ramírez, 2008).

Predar insectos adultos é uma vantagem para esta espécie, comparativamente a outros parasitóides e predadores, que apenas se alimentam de ovos, larvas ou ninfas (Mateus & Figueiredo, 2011).

### Comportamento territorial

Os adultos de *C. attenuata* possuem comportamento territorial: definem e ocupam um determinado local e, se este é comprometido por outro indivíduo da mesma espécie, verificam-se confrontos, que podem conduzir à morte (Sutherland, 2005).

Em laboratório (em caixas ou gaiolas), o comportamento territorial é mais acentuado, dado que o espaço é mais confinado do que na natureza (Lambert, 2006).

### Canibalismo

Em situações laboratoriais, em caixas com um número reduzido de presas (Sutherland, 2005; Téllez & Tapia, 2005a) ou com elevada densidade populacional de adultos de *C. attenuata* (Prieto *et al.*, 2003; 2005), verificam-se fenómenos de canibalismo. O canibalismo permite reduzir a população de *C. attenuata* a uma quantidade proporcional ao número de presas existentes (Rodríguez & Lirola, 2002b).

Segundo Sutherland (2005), os ataques canibais são efectuados em maior número pelas fêmeas, que atacam os machos de menores dimensões. O ataque de machos a fêmeas ocorre raramente (Lambert, 2006).

Morris & Cloutier (1987) observaram canibalismo entre larvas de *Coenosia tigrina* (Fabricius, 1775) (Diptera: Muscidae). Apesar de Kühne (2000) não ter observado directamente canibalismo entre larvas de *C. attenuata*, considerou a sua ocorrência, atribuindo a este comportamento a diminuição da população de larvas, que pode ocorrer em caso de escassez de presas.

O canibalismo condiciona o processo de criação em larga escala de mosca-tigre, conforme se comprovou na Alemanha e na Dinamarca (Lambert, 2006).

### Diferenças entre machos e fêmeas

Gilioli *et al.* (2005) referem que as fêmeas adultas de *C. attenuata* apresentam maior taxa de predação do que os machos.

Kaviani *et al.* (2010) estudaram o potencial predatório de *C. attenuata*, tendo verificado que as fêmeas consumiam maior número de presas e apresentavam maior longevidade do que os machos. Kühne *et al.* (1997) verificaram, em condições controladas (25 °C, 50-60% h.r.), que os machos de *C. attenuata* morrem primeiro que as fêmeas.

A longevidade das fêmeas de *C. attenuata*, em condições laboratoriais não discriminadas pelo autor, foi estimada em 95 dias (Kühne, 2000). Em estufa, no mesmo estudo, verificou-se um máximo de 120 dias

A diferença comportamental entre sexos pode dever-se a uma maior necessidade energética das fêmeas por serem de maiores dimensões ou para formarem os ovos, no caso da espécie ser sinovigénica. Neste último caso a produção de ovos dependeria da nutrição proteica da fêmea adulta, o que poderia conduzir a um comportamento mais agressivo. Contudo, na revisão bibliográfica nada se encontrou sobre a relação alimento-produção de ovos para esta espécie ou género.

### **2.5.2. Descrição do ataque**

Os adultos de *C. attenuata* apresentam comportamento predatório idêntico a outras espécies do mesmo género: a predação é desencadeada pelo voo das presas (Colombo & Eördegh, 1991; Martinez & Cocquempot, 2000; Morris & Cloutier, 1987).

O comportamento que apresenta perante a presa e a sua forma peculiar de ataque traduzem-se numa emboscada (Kühne, 1998; Pons, 2005; Sutherland, 2005; Suvák, 2008; Ugine *et al.*, 2010). *Coenosia attenuata* ignora presas que estejam pousadas na sua proximidade e o ataque só é despoletado quando a presa levanta voo (Morris & Cloutier, 1987). Deste modo, *C. attenuata* espera pousada nas folhas pelo movimento da presa, para dar início ao ataque.

Este predador diurno consegue detectar pequenas presas, em ambientes complexos e elaborar um ataque aéreo a elevada velocidade. Estudos recentes demonstram que as características dos olhos de *C. attenuata* podem sugerir o seu peculiar comportamento predatório, referindo que a resolução espacial e a taxa de transferência de informação nos fotoreceptores de *C. attenuata* são três a quatro vezes maiores do que em *Drosophila melanogaster* (Gonzalez-Bellido *et al.*, 2011).

As características específicas e a existência de zonas especializadas nos olhos de *C. attenuata* favorecem uma maior resolução e acuidade visual, proporcionando um rápido reconhecimento da presa para que o ataque seja feito com elevada precisão (Gonzalez-Bellido *et al.*, 2011).

Ao avistar a presa, *C. attenuata* levanta voo e persegue-a, capturando-a no ar com as suas seis patas, segundo Kühne (1998), ou utilizando apenas as patas anteriores (Colombo &



Eördegh, 1991). *Coenosia attenuata* agarra a presa firmemente entre as patas, revestidas de longas sedas que funcionam como uma pinça (Martinez & Cocquempot, 2000), e volta ao local onde estava inicialmente, onde mata e consome a presa.

A mosca-tigre insere a probóscide entre a cabeça e o tórax das presas, por vezes também no abdómen, para proceder à sucção da hemolinfa (Pérez, 2006).

A inserção da probóscide de mosca-tigre provoca a morte rápida da presa, mas a duração do processo de alimentação varia consoante o tamanho da presa (Quadro 2). Após o consumo da presa, a mosca-tigre movimenta as patas para libertar a presa e, de seguida, limpa a probóscide com auxílio das patas anteriores ou médias (Moreschi & Süss, 1998).

**Quadro 2** – Comprimento (mm) e tempos de predação de mosca-tigre, *Coenosia attenuata* ♀ para diferentes presas.

| Espécie                          | Comprimento (mm)                                      | Tempo de predação ** |
|----------------------------------|---|----------------------|
| <i>Coenosia attenuata</i> ♀      | 3 – 4 (Hoebeke <i>et al.</i> , 2003 e Lambert, 2006)  | 25 – 30 minutos      |
| <i>Coenosia attenuata</i> ♂      | 2,5 -3 (Hoebeke <i>et al.</i> , 2003 e Lambert, 2006) | 18 minutos           |
| <i>Trialeurodes vaporariorum</i> | 1 (Rodríguez, 1994)                                   | 30 – 40 segundos     |
| <i>Liriomyza huidobrensis</i>    | 1,3 – 2,3 (Steck, 2004)                               |                      |
| <i>Drosophila melanogaster</i>   | 2,1 – 3,1 (*)   | 50 – 60 segundos     |
| <i>Diglyphus isaea</i>           | 1,5 (Téllez & Tapia, 2007)                            |                      |
| <i>Nesidiocoris tenuis</i>       | 3 – 4 (Malaus, 1989)                                  |                      |
| <i>Bradysia difformis</i>        | 1,1 - 3,1 (*)   | 30 – 40 segundos     |

\* Valores obtidos, pela autora, por medição do comprimento de 35 exemplares (Anexo 2; Quadro 4 e 5).

\*\* Tempo de predação de mosca-tigre, *Coenosia attenuata* ♀ para diferentes presas (adaptado de Moreschi & Süss (1998)).

A temperatura é um factor importante da actividade predatória de *C. attenuata*. Verificou-se que a mosca-tigre é mais activa e rápida para temperaturas entre 15°C e 30°C (Martinez & Cocquempot, 2000). Para temperaturas inferiores ou superiores a este intervalo, a actividade predatória é diminuída (Moreschi & Süss, 1998). Em estudos realizados por Gilioli *et al.* (2005), verificou-se actividade predatória da mosca-tigre com temperaturas compreendidas entre 12 e 36°C, tendo-se também observado ataques a 42°C. Estes autores indicam que a mosca-tigre é um promissor agente de luta biológica em regiões com clima Mediterrânico, visto adaptar-se a uma grande amplitude térmica.

## 2.6. PRESAS

Os adultos de *C. attenuata* alimentam-se de grande variedade de presas. Moreschi & Süss (1998) observaram captura de presas de dimensões inferiores, similares e sensivelmente superiores ao tamanho do predador.

### Moscas-brancas

A mosca-branca, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma importante praga de culturas protegidas, hortícolas e ornamentais. A mosca-branca é polífaga alimentando-se de diferentes plantas cultivadas e infestantes (Castresana, 1989).

Os prejuízos nas culturas são causados pela forma como as ninfas e adultos se alimentam. Ambos os estados possuem armadura bucal picadora-sugadora que lhes permite penetrar nos tecidos das folhas e alimentarem-se do floema. Esta forma de alimentação é responsável pela transmissão de vírus (crinivírus), que infectam os tecidos associados ao floema e que afectam a produção, causando grandes perdas; pela injeção de toxinas através da saliva durante a sucção da seiva, o que provoca debilidade à planta; e pelo aparecimento de fumagina (*Cladosporium* sp.), devido à excreção de melada pelas moscas-brancas (Rodríguez, 1994).

Os adultos de mosca-branca medem cerca de 1 mm de comprimento e apresentam cor branca, devido à segregação que ocorre logo após a emergência, pelas glândulas abdominais, de um pó ceroso esbranquiçado que cobre as asas transparentes e o corpo amarelo (Rodríguez, 1994).

### Larvas-mineiras

*Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae) é designada vulgarmente por larva-mineira, visto possuir características e hábitos peculiares na forma imatura (Godinho, 1995; Gonçalves & Anunciada, 2001).

O adulto apresenta cor preta excepto no escutelo, laterais do tórax e fronte, que apresentam cor amarela e é um pequeno díptero que mede entre 1,3 a 2,3 mm de comprimento (EPPO, 2010).

*Liriomyza huidobrensis* é uma espécie polífaga, considerada em algumas culturas como praga-chave, causando vários prejuízos em diferentes culturas protegidas, hortícolas e ornamentais. As principais culturas hortícolas atacadas por larva-mineira são: o pimento (*Capsicum* sp.), o tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), a batata (*Solanum tuberosum* L.), o feijão-verde (*Phaseolus* sp.), a ervilha (*Pisum sativa* L.), a fava (*Vicia faba* L.), a cebola

(*Allium cepa* L.), o melão (*Cucumis melo* L.), a acelga (*Beta vulgaris* L.), o espinafre (*Spinacea oleracea* L.), a alface (*Lactuca sativa* L.), o aipo (*Apium graveolens* L.) e a cenoura (*Daucus carota* L.) (EPPO, 2010; Vega, 2003).

Os estragos causados por este díptero em culturas protegidas devem-se aos seus hábitos alimentares. Tanto a larva, como o adulto causam estragos: as fêmeas adultas fazem a postura dos ovos no mesófilo das folhas, e as larvas ao eclodirem formam galerias à medida que se alimentam do parênquima com a sua armadura bucal trituradora. As fêmeas adultas picam a epiderme das folhas com o ovíscapo, para depositarem os ovos e se alimentarem do floema, introduzindo a probóscide nos orifícios (Henter & Van Lenteren, 1996). Os machos adultos aproveitam estes orifícios feitos pelas fêmeas, para alimentação, visto não possuírem ovíscapo. As picadas feitas pelas fêmeas adultas tornam a planta susceptível à entrada de fungos e bactérias e depreciam a qualidade do produto (especialmente se a parte comerciável for as folhas) (Echevarría *et al.*, 1994).

Os prejuízos mais graves para as culturas protegidas são provocados pela larva, visto que as galerias que formam, como consequência da sua alimentação, diminuem a actividade fotossintética da planta, o que tem como resultado a redução da produção em culturas ornamentais e hortícolas e a diminuição da qualidade dos frutos (Echevarría *et al.*, 1994).

### Drosófilas

*Drosophila (Sophophora) melanogaster* Meigen, 1830 (Diptera: Drosophilidae) foi adicionada à lista de insectos predados por mosca-tigre por Moreschi & Süss (1998). Kühne afirma que a mosca-tigre pode ser utilizada na cozinha, de forma a alimentar-se das drosófilas aí existentes e que se pode tornar bastante útil em instalações pecuárias de suínos, onde este predador já foi testado como método de controlo biológico para este insecto (Anónimo, 1996).

### Diglifos

*Diglyphus isaea* (Walker, 1838) (Hymenoptera: Eulophidae) é utilizado em luta biológica por ser um parasitóide polífago, sendo conhecidos cerca de 40 hospedeiros do género Agromyzidae, entre os quais *L. huidobrensis* (Godinho & Mexia, 2000).

O adulto de *D. isaea* é sinovigénico (Zhang *et al.*, 2011), alimentando-se das larvas das presas para se conseguir reproduzir. Com o auxílio das suas curtas antenas, procura as larvas-mineiras em galerias nas folhas, imobilizando-as através de picada com o ovíscapo, podendo desta forma alimentar-se e fazer postura de ovos dentro das galerias das larvas-

mineiras. Ao eclodirem, as larvas ectoparasitóides de *D. isaea* alimentam-se das larvas-mineiras, consumindo-as totalmente (Ode & Heinz, 2002; Rodríguez *et al.*, 2003).

O adulto tem corpo negro metálico, mede cerca de 1,5 mm de comprimento (Rodríguez *et al.*, 2003) e é uma conhecida presa de *C. attenuata* (Téllez & Tapia, 2007).

### Mirídeos

*Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895) (Hemiptera: Miridae) é um agente de luta biológica, devido à sua actividade predadora (Castañe *et al.*, 2011).

Os adultos da família Miridae apresentam regime alimentar fitófago, zoófago, necrófago ou misto, com preferência por algumas presas, mas na sua ausência podem alimentar-se da planta hospedeira, como é o caso de *N. tenuis*, que se alimenta do tomate, com a sua armadura picadora-sugadora. Os prejuízos na cultura do tomate são causados em condições de elevada densidade populacional de *N. tenuis* e reduzido número ou ausência de presas (Castañe *et al.*, 2011).

Este predador polífago alimenta-se de ninfas de mosca-branca, larvas-mineiras, tripses, afídeos, ácaros tetraniquídeos e ovos de lepidópteros (Calvo J & Urbaneja A 2004).

Os adultos de *N. tenuis* apresentam coloração do corpo verde clara e a dos hemiélitros é cinzenta clara. O comprimento dos adultos pode variar entre 3 a 4 mm (Biocolor, 2011).

### Esciarídeos

*Bradysia difformis* Frey, 1948 (Diptera: Sciaridae) é um insecto considerado praga em culturas protegidas, por ser responsável pela transmissão de doenças nas raízes e pela redução da qualidade estética das culturas ornamentais (Ferguson *et al.*, 2006).

As larvas de esciarídeos alimentam-se de matéria vegetal em decomposição e podem causar prejuízos directos, penetrando e alimentando-se de tecido radicular e do caule, ou indirectos, por criarem orifícios durante a alimentação, que permitem a entrada de fungos e bactérias. Nas estufas, os adultos realizam a postura junto à estrutura micelial de fungos existentes nos substratos ou no solo, contribuindo para a sua disseminação, devido à aderência dos esporos ao seu corpo (Kühne & Heller, 2010).

O desenvolvimento de *C. attenuata* depende da presença de esciarídeos. Estudos realizados por Tapia *et al.* (2005) confirmam o papel importante de *C. attenuata* no controlo biológico desta praga.

No Quadro 2, encontram-se os comprimentos das presas de mosca-tigre, referidas neste sub-capítulo.

## 2.7. LUTA BIOLÓGICA

O comportamento predatório de *C. attenuata*, a variedade de presas que ataca (Rodríguez & Lirola, 2002b), a resistência a elevadas temperaturas e a longevidade do adulto (Gilioli *et al.*, 2005; Martinez & Cocquempot, 2000; Moreschi, 1999) são características que permitem considerar este díptero como um potencial agente de luta biológica contra pragas de culturas hortícolas e ornamentais, em produção integrada ou agricultura biológica (Kühne, 1998; Mateus & Figueiredo, 2011; Pérez, 2006).

O estatuto de auxiliar deste díptero é reforçado pela afirmação de autores como Martinez & Coccquempot (2000) que referem que *C. attenuata* possui elevado instinto de predação, isto é, ataca e mata as presas sem as consumir.

Na Alemanha, *C. attenuata* suscitou especial atenção na cultura de *Euphorbia pulcherrima* L., onde o aparecimento de moscas-tigre conduziu à redução quase total de moscas-brancas e esciarídeos existentes na cultura, sem a necessidade de utilização de pesticidas (Kühne, 1998). Foi, também, realizada, em 1996, uma largada de 20 mil pupas de *C. attenuata* em 20 ha de estufa de pepino e tomate, com resultados positivos no controlo de mosca-branca e esciarídeos (Kühne, 1998).

Em Portugal, nas estufas do Sr. José Firmino, na Silveira, Torres Vedras, não se efectuam tratamentos insecticidas na cultura do feijão-verde. Na opinião deste agricultor a presença de moscas-tigre em abundância é suficiente para controlar as pragas aí existentes, como por exemplo, mosca-branca, afídeos e larvas-mineiras (José Firmino, com. pes.).

### 3. PREDAÇÃO POR MOSCA-TIGRE – ESTUDOS ETOLÓGICOS

#### 3.1. CAPTURA DE PRESAS POR MOSCA-TIGRE EM LABORATÓRIO

##### 3.1.1. Objectivo

As observações, directas e indirectas por análise de vídeos, efectuadas em diferentes caixas permitiram estudar diversos aspectos do comportamento de *C. attenuata*, nomeadamente a duração do ataque a diferentes presas, a localização dos orifícios provocados pelo ataque de mosca-tigre nas presas e o número de patas com função preensora e outros aspectos do comportamento.

##### 3.1.2. Material e métodos

O estudo decorreu no Insectário localizado no Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, entre Fevereiro e Setembro de 2011.

Foram utilizadas seis tipos de caixas de diferentes tamanhos: caixa do tipo 1, paralelepípedica, com 30 cm de largura, 40 cm de altura e 30 cm de profundidade; caixa do tipo 2, paralelepípedica, com 20 cm x 40 cm x 20 cm; caixa do tipo 3, cúbica, com 18 cm de lado; caixa do tipo 4, cúbica, com 10 cm de lado; caixa do tipo 5, cilíndrica, com 25 cm de altura e 18 cm de diâmetro; e caixa do tipo 6, prismática triangular, com 4,6 cm x 2,8 cm x 3,5 cm (Figura 6). As caixas do tipo 2, 4 e 6 foram projectadas por um membro da equipa particularmente para este projecto.

A caixa do tipo 6 foi utilizada de forma a que fosse possível filmar os ataques e para que a sua reduzida dimensão despoletasse mais rapidamente o ataque de mosca-tigre à presa. Apesar do reduzido tamanho da caixa, verificou-se que as presas voavam, mas não desencadeavam o ataque pela mosca-tigre; apenas se verificou que as presas ao passarem junto a *C. attenuata* despoletavam o seu movimento e alteração de local onde se encontravam, mas não o ataque. A dimensão, o formato e a elevada transparência da caixa, são as razões possíveis para não ter ocorrido nenhum ataque de mosca-tigre. Esta caixa foi experimentada durante uma semana, no fim da qual, foram interrompidos os ensaios por não se ter verificado nenhum ataque por mosca-tigre às diferentes presas testadas (*D. melanogaster*, *D. isaea*, *T. vaporariorum*).

Apesar de terem sido utilizadas todas as caixas (com excepção da caixa do tipo 6), verificaram-se algumas dificuldades em filmar os ataques por mosca-tigre, devido à

velocidade a que se dá o ataque. Em caixas de tamanhos maiores, a câmara de filmar não abrange de forma nítida a área em estudo. Foi, então, necessário utilizar a caixa do tipo 4, visto ter dimensões menores e ser possível abranger com a câmara de filmar toda a área em observação. Desta forma, a análise dos vídeos obtidos na caixa do tipo 4 permitiu tirar algumas conclusões acerca do comportamento e da actividade predatória de adultos de *C. attenuata*.



Caixa - tipo 1



Caixa - tipo 2



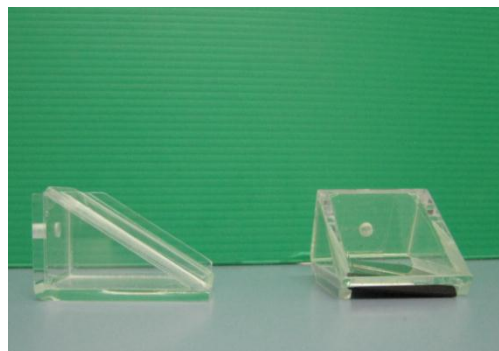
Caixa tipo - 3



Caixa tipo - 4



Caixa tipo - 5



Caixa tipo - 6

**Figura 6** – Tipos de caixas utilizadas nos ensaios (originais da autora).

O estudo foi feito com auxílio de uma câmara de vídeo (Sony Handycam DCR-SX30, zoom digital: 2000x, zoom óptico: 60x), colocada junto às caixas, instalada num tripé. As caixas continham moscas-tigre e diferentes presas, de forma a registar os ataques às presas, bem como a ocorrência de canibalismo ou o acasalamento. Os registos de imagens assim obtidos permitiram, posteriormente, proceder à descrição dos ataques da mosca-tigre às diferentes presas estudadas, do comportamento de canibalismo e acasalamento, bem como registar tempos de duração dos ataques.

As moscas-tigre utilizadas neste estudo foram criadas no Instituto Nacional de Recursos Biológicos (INRB), em Oeiras, a partir de moscas-tigre provenientes do campo, em sala de criação, em gaiolas feitas com arestas de arame e cobertura de *étamine* (31 cm de largura, 57 cm de altura e 38,5 cm de profundidade). Em cada gaiola, foi colocada uma caixa com substrato (desenvolvido por um membro do equipa do projecto), composto por uma mistura de terra vegetal com alto teor de matéria orgânica, fibra de coco e o fungo *Pleurotus ostreatus* (Jacq.Fr.) Kummer inoculado em grãos de aveia. As gaiolas foram seguidamente infestadas com *Bradysia difformis* (Diptera: Sciaridae). As larvas dos esciarídeos, que se alimentam do fungo, servem de alimento às larvas de *C. attenuata*, garantindo o seu desenvolvimento. As pupas ou adultos de *C. attenuata* assim obtidas foram transportadas para o Insectário do Instituto Superior de Agronomia. As pupas foram mantidas em caixas individuais, numa câmara climatizada a 25°C, 2500 lx, 80% de h.r. e fotoperíodo de 14h L: 10h E, até à emergência dos adultos, os quais eram retirados das caixas e colocados em caixas, fora da câmara. Os adultos foram mantidos em caixas do tipo 1, em condições controladas (fotoperíodo de 14h L:10h E, 21°C  $\pm$  3°C, 60  $\pm$  10% h.r. e 2080 lx) e alimentados, principalmente, com *D. melanogaster*, durante o período de ensaios.

No estudo do comportamento predatório, em laboratório, foram utilizados adultos de seis espécies diferentes, incluindo quatro pragas e um parasitóide que estão referenciadas como presas de *C. attenuata* em culturas protegidas: drosófilas (*Drosophila melanogaster*), larvas-mineiras (*Liriomyza huidobrensis*), moscas-brancas (*Trialeurodes vaporariorum*), esciarídeos (*Bradysia difformis*) (Kühne, 2000) e diglifos (*Diglyphus isaea*) (Téllez & Tapia, 2007) e um mirídeo predador (*Nesidiocoris tenuis*), ainda não referidos como presa de *C. attenuata* em culturas hortícolas, visto que a predação deste insecto está apenas descrita por Domingos (2011) em condições laboratoriais.

A criação de *D. melanogaster* foi feita no INRB, por outro elemento da equipa do projecto, em frascos de vidro ou plástico, com um substrato (Anexo 3; Quadro 7) que permite a sua alimentação e postura (Figura 7).





**Figura 7** – Aspecto do sistema utilizado de criação de *Drosophila melanogaster* (original da autora).

As moscas-brancas, os adultos de larva-mineira e os mirídeos utilizados nos ensaios foram criados no Insectário do Instituto Superior de Agronomia (Figura 8). Foram também utilizados exemplares de mosca-branca e larva-mineira provenientes directamente do campo, das estufas de hortícolas do Sr. José Firmino e do Sr. Luís Canuto (respectivamente, Silveira e Póvoa de Penafirme, Torres Vedras) e das estufas de roseira dos Engenheiros António Monteiro e José Jordão, localizadas na Batalha. Estes insectos foram mantidos em gaiolas feitas com arestas de arame e cobertura de *étamine* (31 cm de largura, 57 cm de altura e 38,5 cm de profundidade), em condições controladas (fotoperíodo 14h L:10h E, 21°C  $\pm$  3°C e 1300 lx) e que continham plantas de tomateiro, que serviram de suporte ao seu desenvolvimento.



**Figura 8** – Aspecto das gaiolas utilizadas na criação de larvas-mineiras (*Liriomyza huidobrensis*), moscas-brancas (*Trialeurodes vaporariorum*) e mirídeos (*Nesidiocoris tenuis*) sobre tomateiro (original da autora).

O parasitóide *D. isaea* utilizado neste trabalho foi fornecido pelas empresas Biobest e Syngenta Bioline e mantido no Insectário do Instituto Superior de Agronomia, em câmara climatizada a 13°C  $\pm$  0,5°C, alimentado com mel diluído em água a 50%, colocado na tampa da respectiva embalagem de comercialização (Figura 9).



**Figura 9** - Frasco com solução de mel a 50% para alimentação de *Diglyphus isaea*, em laboratório e respectiva embalagem de comercialização (original da autora).

Para determinação da duração do ataque, recorreu-se a observação directa cronometrada e indirecta, através de contagem de tempo por análise de gravação de vídeo.

Foram contabilizados os tempos de duração do ataque de mosca-tigre a 33 drosófilas, 36 moscas-brancas e 35 adultos de larvas-mineiras, 41 mirídeos e 36 esciarídeos.

Após a visualização de um ataque a uma presa, esta era recolhida com o auxílio de um pincel, para não ser danificada, colocada numa placa de Petri e observada à lupa binocular, com a finalidade de determinar o local exacto da inserção da probóscide de *C. attenuata*. Téllez *et al.* (2009) referem que a predação de *Bemisia tabaci*, *Liriomyza trifolii* e *Bradysia* sp. era confirmada ao observar à lupa binocular a decapitação ou uma incisão ventral no abdómen. No presente trabalho, observou-se todo o corpo de cada presa para determinar o local da inserção da probóscide.

A localização dos orifícios provocados pelo ataque da mosca-tigre nas presas foi feita pela observação de 102 drosófilas, 110 moscas-brancas, 72 adultos de larvas-mineiras, 50 diglifos, 45 mirídeos e 42 esciarídeos.

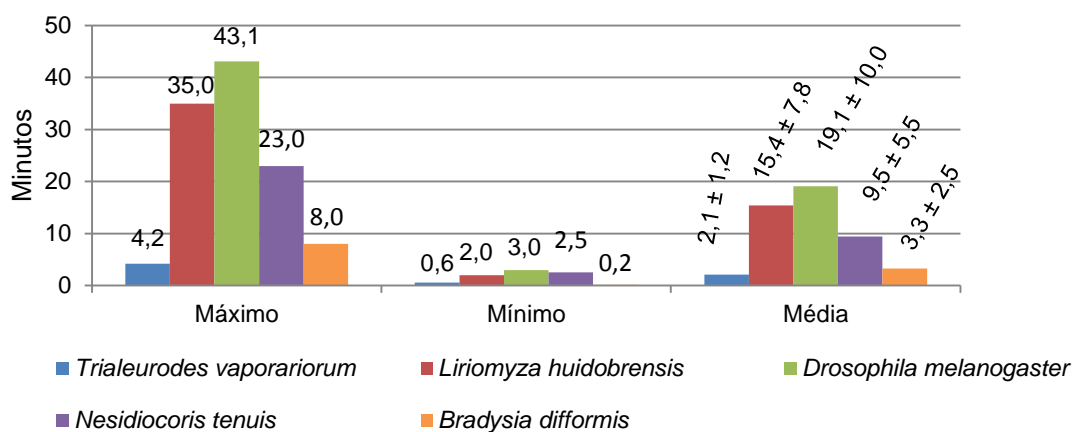
Observaram-se ataques de mosca-tigre a diferentes presas (*Drosophila melanogaster* N=32, *Nesidiocoris tenuis* N=30, *Bradysia difformis* N=30) de forma a analisar o número de patas que utiliza, maioritariamente, para segurar a presa durante a predação.

### 3.1.3. Resultados e discussão

**Duração do ataque a diferentes presas, localização dos orifícios provocados pelo ataque de adultos de mosca-tigre e número de patas com função preensora e outros aspectos do comportamento predatório de mosca-tigre.**

#### Duração do ataque

O tempo de duração do ataque da mosca-tigre às diferentes presas variou entre 0,16 e 43,1 minutos, tendo o seu valor médio atingido um máximo em drosófilas (*D. melanogaster*) e um mínimo em moscas-brancas (*T. vaporariorum*) (Figura 10).



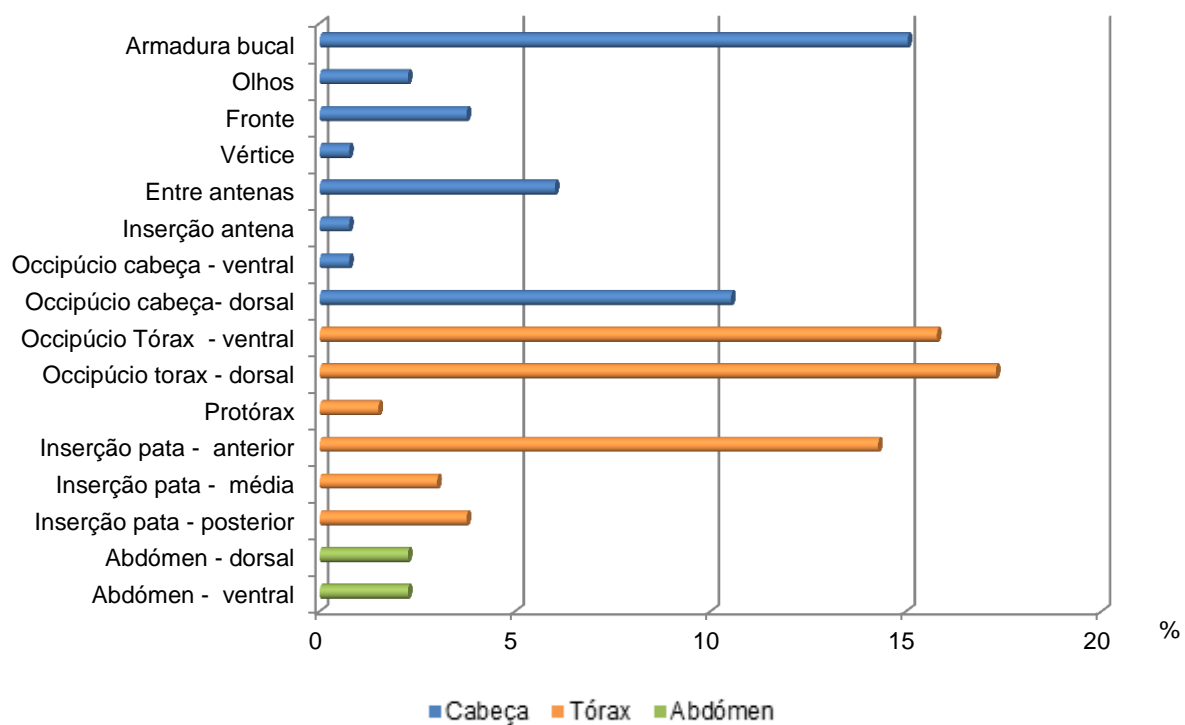
**Figura 10** – Duração (minutos) do ataque de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a diferentes presas: mosca-branca, *Trialeurodes vaporariorum* (N=36); larva-mineira, *Liriomyza huidobrensis*, (N = 35); drosófila, *Drosophila melanogaster* (N=33), mirídeos, *Nesidiocoris tenuis* (N=41) e esciarídeos, *Bradysia difformis* (N=36).

#### Localização dos orifícios provocados pelo ataque da mosca-tigre

Os resultados referentes a esta análise estão inseridos no Anexo 4.

#### *Drosófilas*

Das 102 drosófilas observadas, a localização mais frequente do orifício provocado pela inserção da probóscide de mosca-tigre durante o ataque foi o occipúcio em direcção ao tórax, na posição dorsal, seguindo-se o occipúcio em direcção ao tórax, na posição ventral, a armadura bucal e a inserção das patas anteriores, que no seu conjunto correspondem a cerca de 62,41% do total (Figura 11 e 12).

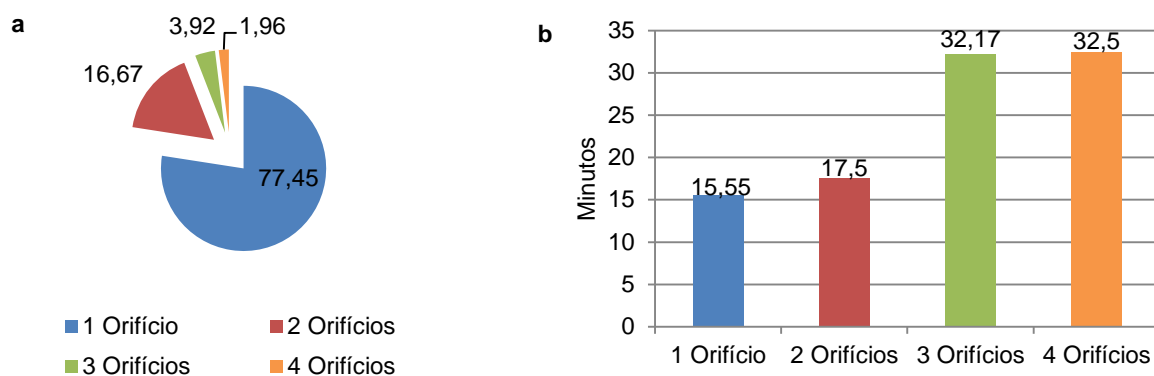


**Figura 11** – Distribuição de frequências (%) da localização dos orifícios provocados pelo ataque de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a drosófila, *Drosophila melanogaster*.



**Figura 12** – Drosófila, *Drosophila melanogaster*, predada por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*. A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora).

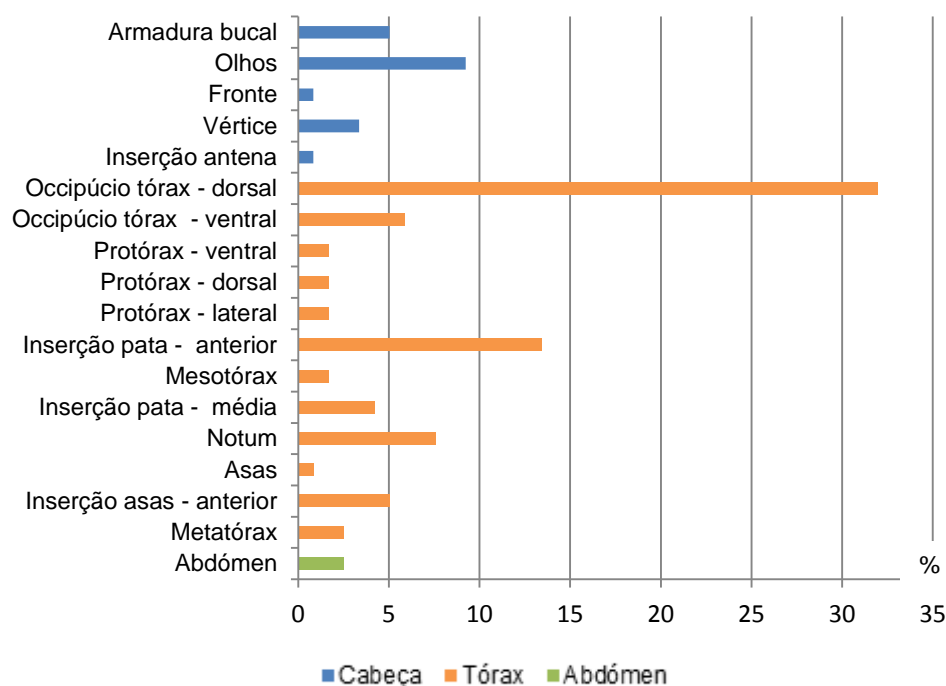
Foram observadas drosófilas com mais do que um (dois a quatro) orifícios resultantes de predação por mosca-tigre, correspondendo a cerca de 23% dos casos (Figura 13 a). Verificou-se que a predação foi mais demorada quando a mosca-tigre fazia 3 ou 4 orifícios na presa (Figura 13 b).



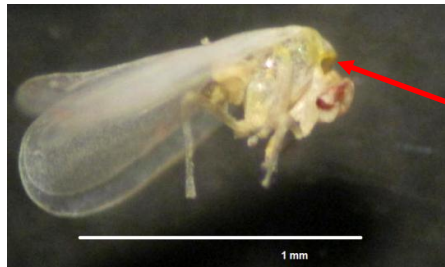
**Figura 13 – a –** Frequência (em %) do número de orifícios por presa provocados pelo ataque de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a 102 drosófilas, *Drosophila melanogaster*. **b –** Tempo médio, em minutos, gasto pela mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, no consumo da presa, em função do número de orifícios efectuados.

### Moscas-brancas

Em 110 adultos de moscas-brancas observadas, verificou-se que os locais preferenciais de inserção da probóscide de mosca-tigre foram o occipúcio, na direcção do tórax, em posição dorsal e na zona de inserção das patas anteriores, totalizando cerca de 45,38% dos casos (Figuras 14 e 15).

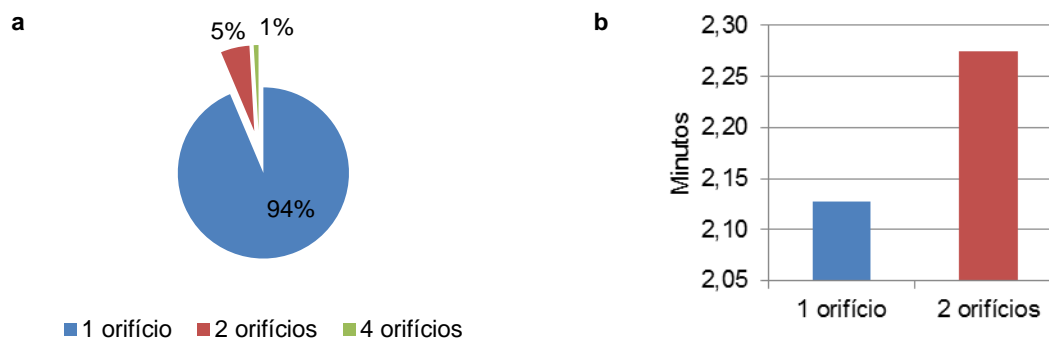


**Figura 14 –** Distribuição de frequências (em %) da localização dos orifícios provocados pelo ataque de *Coenosia attenuata* a mosca-branca, *Trialeurodes vaporariorum*.



**Figura 15** – Mosca-branca, *Trialeurodes vaporariorum*, predada por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*. A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora).

O número de moscas-brancas com mais do que um orifício correspondeu, apenas, a 6% dos casos (Figura 16 a). Verificou-se que a mosca-tigre demorou mais tempo a predar mosca-branca quando realizou dois orifícios na presa (Figura 16 b).



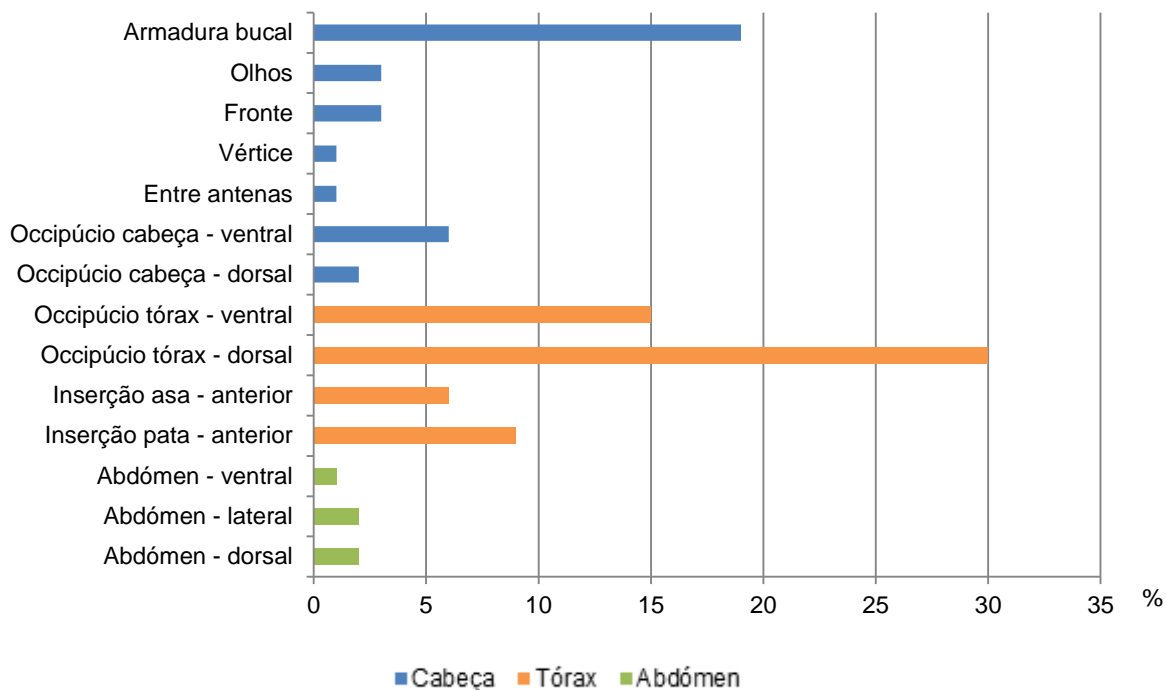
**Figura 16 – a** – Frequência (em %) de número de orifícios provocados pelo ataque de *Coenosia attenuata* a 110 moscas-brancas, *Trialeurodes vaporariorum*. **b** – tempo médio, em minutos, gasto pela mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, no consumo da presa, em função do número de orifícios efectuados.

### Larva-mineira

Em 72 adultos de larva-mineira observados os orifícios provocados pelo ataque de mosca-tigre foram mais frequentes no occipúcio, na direcção do tórax, em posição dorsal (Figura 17), na armadura bucal e no occipúcio, na direcção do tórax, em posição ventral, locais que no seu conjunto correspondem a 64% do total (Figura 18).

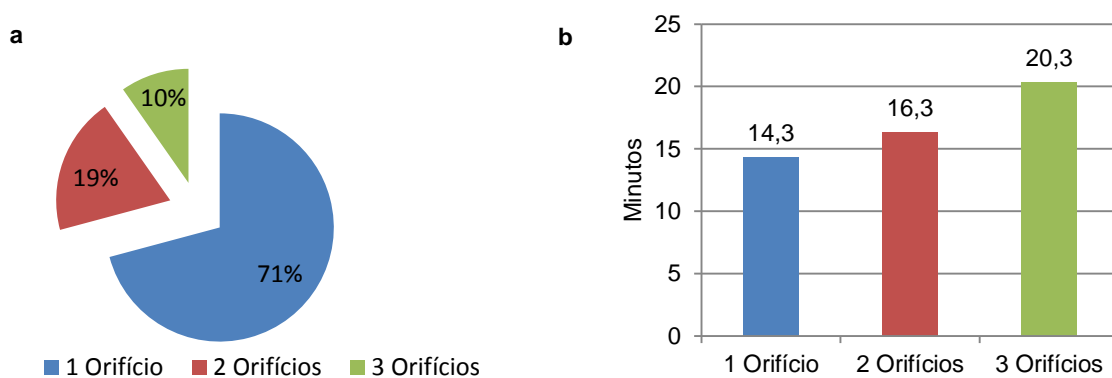


**Figura 17** – Larva-mineira, *Liriomyza huidobrensis*, predada por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*. A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora).



**Figura 18** - Distribuição de frequências (em %) da localização do orifício provocado pelo ataque de *Coenosia attenuata* a adultos de larva-mineira, *Liriomyza huidobrensis*.

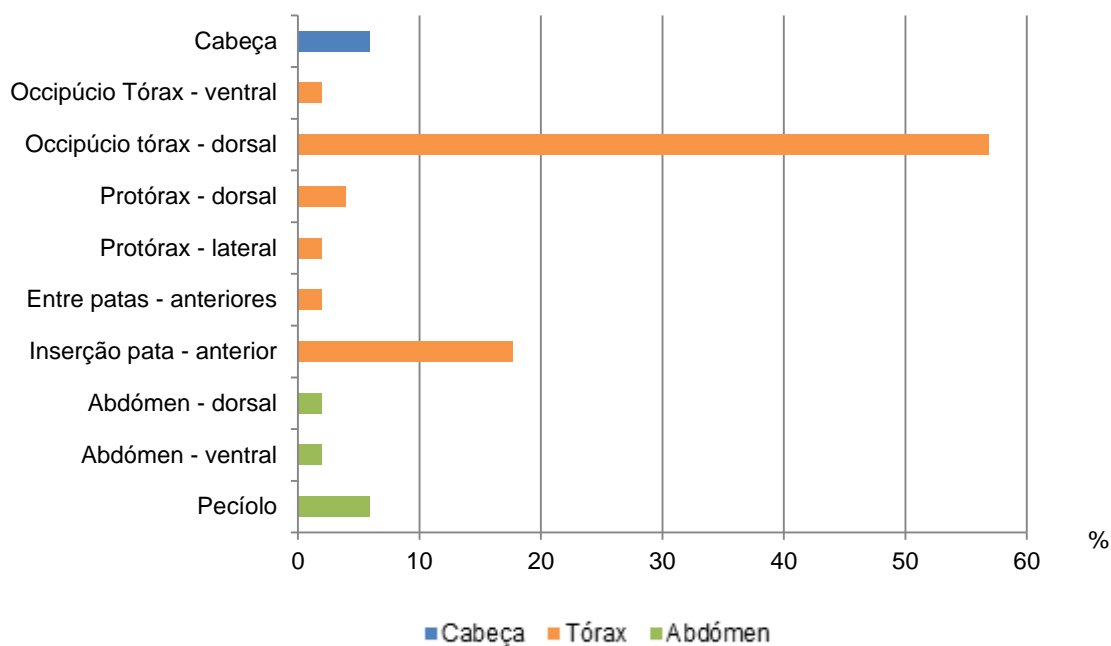
Cerca de 29% dos adultos de larva-mineira atacados apresentaram dois ou três orifícios de inserção da probóscide de mosca-tigre (Figura 19 a). A duração da predação foi mais demorada quando a mosca-tigre fez três orifícios (Figura 19 b).



**Figura 19 – a** – Frequência (%) do número de orifícios por presa provocados pelo ataque de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a 72 adultos de larva-mineira, *Liriomyza huidobrensis*. **b** – Tempo médio, em minutos, gasto por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, no consumo da presa, em função do número de orifícios efectuados.

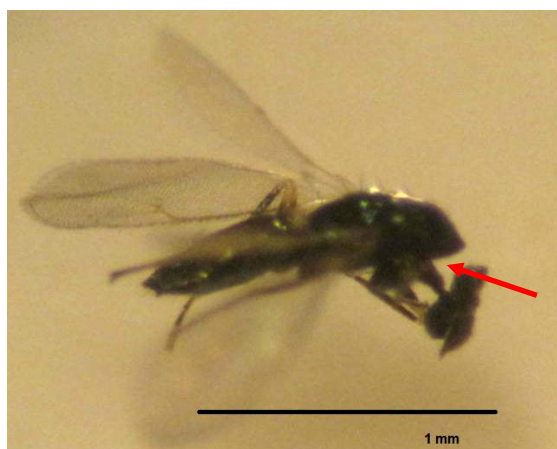
### *Diglifos*

Dos 50 diglifos observados verificou-se que a localização preferencial dos orifícios de inserção da probóscide da mosca-tigre foi claramente o occipúcio, na direcção do tórax, em posição dorsal, com mais de 50% dos casos, seguida pela zona da inserção da pata anterior (17,65%) (Figura 20 e 21).



**Figura 20** - Distribuição de frequências (em %) da localização do orifício provocado pelo ataque de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, ao parasitóide *Diglyphus isaea*.

Em todos os exemplares de *D. isaea* observados apenas se verificou um orifício de predação de mosca-tigre.

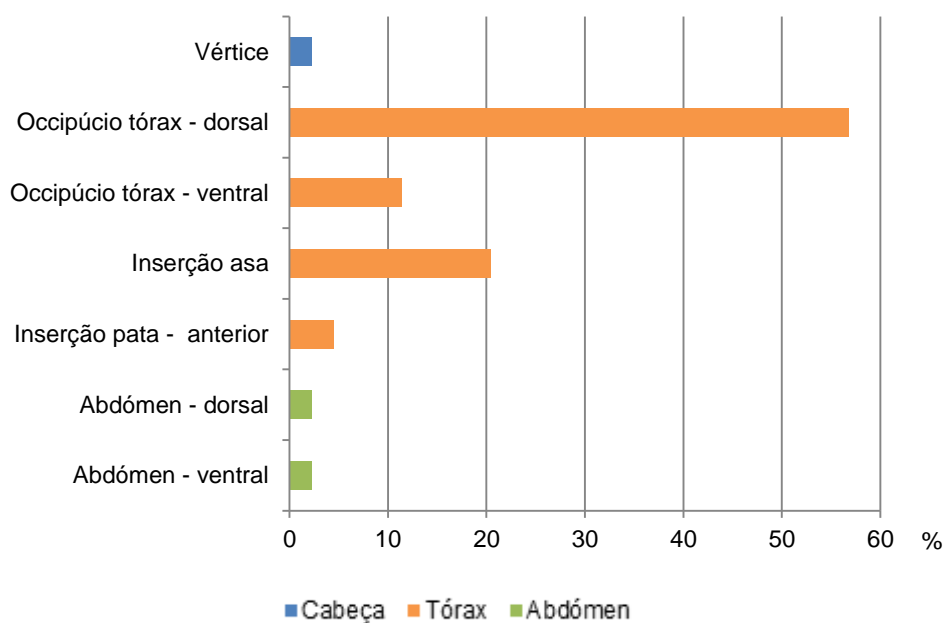


**Figura 21** – Exemplar de *Diglyphus isaea* predado por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*. A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora).



### *Esciarídeos*

Dos 42 esciarídeos observados, verificou-se que o local preferencial de inserção da probóscide de mosca-tigre foi o occipúcio, na direcção do tórax, em posição dorsal que correspondeu a 56,82% dos casos observados (Figura 22 e 23).

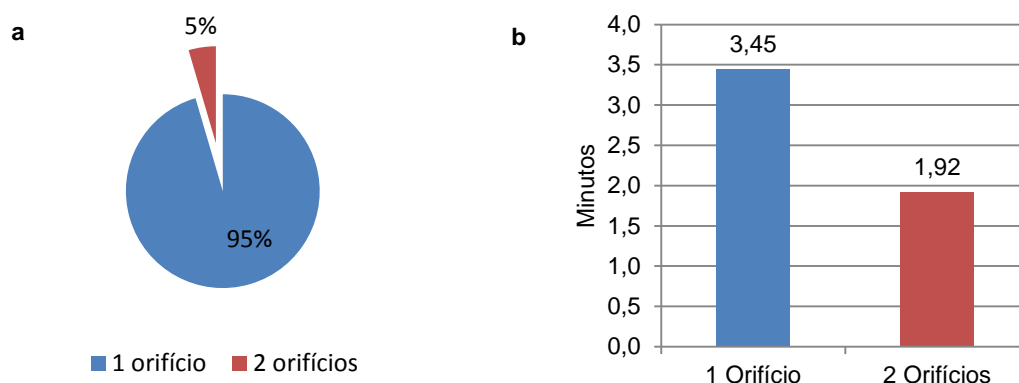


**Figura 22** – Distribuição de frequências (em %) da localização do orifício provocado pelo ataque de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, ao esciarídeo, *Bradysia difformis*.



**Figura 23** - Exemplar do esciarídeo, *Bradysia difformis*, predado por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*. A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora).

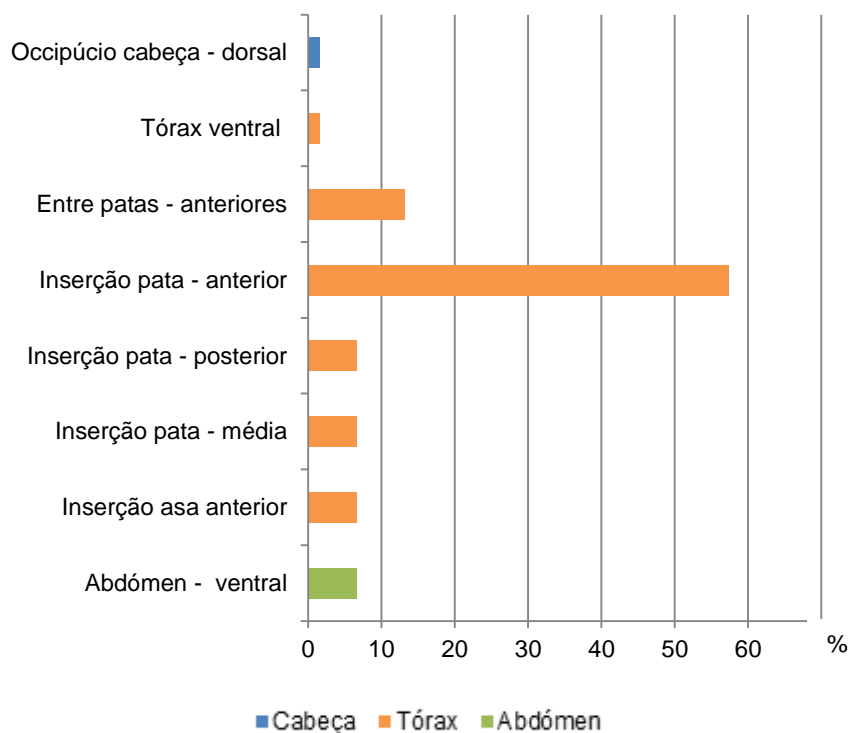
Apenas 5% dos esciarídeos atacados apresentaram mais do que um orifício de inserção da probóscide de mosca-tigre (Figura 24 a). Verificou-se que a mosca-tigre demorou mais tempo a predar quando apenas fazia um orifício (Figura 24 b)



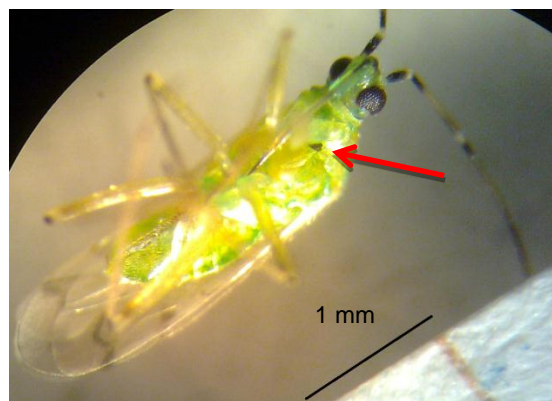
**Figura 24** – **a** – Frequência (em %) do número de orifícios por presa provocados pelo ataque de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, ao esciarídeo, *Bradysia difformis*. **b** – Tempo médio, em minutos, gasto por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, no consumo da presa, em função do número de orifícios efectuados.

### Mirídeos

Em 45 mirídeos, *Nesidiocoris tenuis*, observados verificou-se que o local preferencial de inserção da probóscide de mosca-tigre foi a inserção das patas anteriores (Figura 25 e 26) que correspondeu a 57,4%.

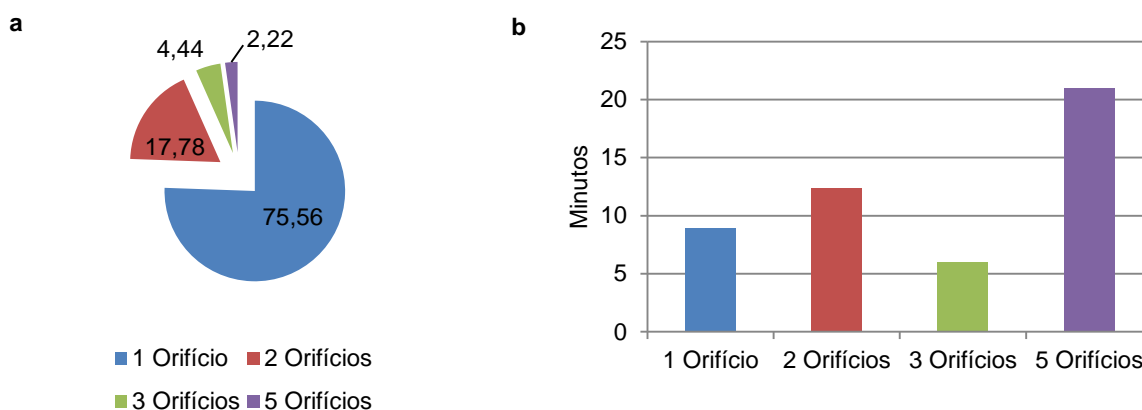


**Figura 25** - Distribuição de frequências (em %) da localização do orifício provocado pelo ataque de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, ao mirídeo, *Nesidiocoris tenuis*.



**Figura 26** - Exemplar do mirídeo, *Nesidiocoris tenuis*, predado por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*. A seta a vermelho indica o local do orifício de predação (original da autora).

Foram observados à lupa mirídeos que apresentavam mais do que um orifício, apresentando até 5 orifícios resultantes de predação por mosca-tigre, correspondendo a cerca de 24,44% dos casos (Figura 27 a). Verificou-se que a predação era mais demorada quando a mosca-tigre fazia 5 orifícios na presa (Figura 27 b).



**Figura 27 – a** – Frequência (em %) do número de orifícios por presa provocados pelo ataque de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a 45 mirídeos, *Nesidiocoris tenuis*. **b** – Tempo médio, em minutos, gasto por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, no consumo da presa, em função do número de orifícios efectuados.

Apesar de até à realização deste trabalho, *N. tenuis* ainda não estar descrita como presa de *C. attenuata*, observou-se no insectário a sua predação num Projecto de Biologia realizado no âmbito desta dissertação (Domingos, 2011), e no decorrer do estudo confirmou-se a observação de ataques de *C. attenuata* a *N. tenuis* em estufas de hortícolas, em Santo Isidoro (Maфра) (Rodrigo Silva, com. pes.).

Em 15,6% dos ataques observados, verificou-se que *N. tenuis* consegue libertar-se de *C. attenuata* através de movimentos bruscos e investidas sobre o predador, evitando desta forma a predação.

#### Número de patas com função preensora

Dos 30 ataques observados a cada presa, verificou-se que a mosca-tigre (3-4 mm) quando preda drosófilas (2,1-3,1 mm) utiliza as seis patas em 62,5% dos ataques. A armadura bucal dos mirídeos (3-4 mm) exige que a mosca-tigre posicione a presa de forma a evitar que seja atacada e utiliza em 40 % dos ataques quatro patas. Durante a predação de esciarídeos (1,1-3,1 mm) a mosca-tigre segura a presa com duas patas (80%) (os valores registados estão incluídos no Anexo 5).

Quanto ao número de patas utilizadas por *C. attenuata* para prender a presa durante a predação, verificou-se que início do ataque existe uma necessidade de utilizar maior número de patas, de forma a evitar que a presa se libertasse e, desta forma, imobilizá-la e inserir a probóscide.

**Quadro 3** – Resumo dos resultados relativos a alguns aspectos do comportamento predatório de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, sobre diferentes presas.

| <b>Presa<br/>(Espécie)</b>                  | <b>Comprimento<br/>(mm)</b> | <b>Tempo de<br/>predação<br/>(média)<br/>(minutos)</b> | <b>Local do orifício<br/>de predação por<br/>mosca-tigre</b> | <b>Nº de<br/>orifícios<br/>observados*</b> | <b>Nº de patas<br/>com função<br/>preensora</b> |
|---|-----------------------------|--|--|--|---|
| <b><i>Trialeurodes<br/>vaporariorum</i></b> | 1                           | 2,1  | Occipício –toráx-<br>dorsal                                  | <b>1,2,4</b>                               | -   |
| <b><i>Diglyphus isaea</i></b>               | 1,5                         | -  | Occipício –toráx-<br>dorsal                                  | <b>1</b>                                   | -   |
| <b><i>Liriomyza<br/>huidobrensis</i></b>    | 1,3-2,3                     | 15,4   | Occipício –toráx-<br>dorsal                                  | <b>1,2,3</b>                               | -   |
| <b><i>Bradysia<br/>difformis</i></b>        | 1,1-3,1                     | 3,3  | Occipício –toráx-<br>dorsal                                  | <b>1,2</b>                                 | 2 (80,0%)                                       |
| <b><i>Drosophila<br/>melanogaster</i></b>   | 2,1-3,1                     | 19,1   | Occipício –toráx-<br>dorsal                                  | <b>1,2,3,4</b>                             | 6 (62,5%)                                       |
| <b><i>Nesidiocoris<br/>tenuis</i></b>       | 3-4                         | 9,5  | Inserção patas<br>anteriores                                 | <b>1,2,3,5</b>                             | 4 (40%)   |

\* Os números a negrito indicam o número de orifícios mais frequentes.

O corpo dos insectos encontra-se protegido pelo tegumento e as camadas que o constituem conferem protecção contra a acção de agentes de natureza física, química e biológica. Porém, existem zonas mais vulneráveis, pouco espessas e, sobretudo, pouco esclerotizadas, mais susceptíveis de sofrer ataques por outros insectos (Carvalho, 1986). Neste estudo, verificou-se que para a maioria das presas estudadas, o local preferencial para inserção da probóscide de mosca-tigre e consequente morte da presa, foi no occipúcio em direcção ao torác em posição dorsal (Quadro 4), possivelmente, por ser uma zona de articulação, menos espessa e esclerotizada, facilitando a inserção da probóscide.

Ao confrontar os resultados obtidos no estudo sobre o comportamento predatório de mosca-tigre, verificou-se que o tempo de predação pode não ser influenciado pelo tamanho da presa. *Nesidiocoris tenuis* é a presa que apresenta maior tamanho e não apresenta o maior tempo de predação observado. O diferente local do orifício de predação pode dever-se à sua armadura bucal e ao facto desta presa apresentar comportamento defensivo durante a captura, podendo conseguir libertar-se de *C. attenuata* durante o ataque (15,6% dos ataques observados). Durante o ataque a *N. tenuis*, *C. attenuata* posiciona a presa lateralmente a si e insere a probóscide, maioritariamente, na inserção das patas anteriores. Em todas as espécies de presas observadas, verificou-se que basta um orifício para *C. attenuata* matar a presa. A existência de mais orifícios pode dever-se: i) à necessidade alimentar de *C. attenuata*, por não conseguir por um só orifício sugar toda a hemolinfa da presa; ii) à necessidade de imobilizar a presa e desta forma injectar uma maior quantidade de saliva, que possui substâncias com propriedades paralizantes.

#### Outros aspectos do comportamento predatório de adultos de mosca-tigre

Enquanto se alimenta, a mosca-tigre pode alterar a sua localização na caixa. Este comportamento sucede frequentemente e verifica-se quando a mosca-tigre é perturbada (passagem de uma presa ou de outro predador na sua proximidade), mas também sem qualquer tipo de perturbação aparente. Esta perturbação pode provocar a largada antecipada da presa, pela mosca-tigre.

No caso do ataque a drosófilas, em 24 ataques verificou-se que, após o consumo da presa, em 50% das vezes a mosca-tigre permanece junto à presa e em 50 % levanta voo para outro local.

Verificou-se ao longo do período de estudo que as moscas-tigre apresentavam as asas danificadas e este fenómeno pode dever-se ao comportamento territorial deste predador, que gera confrontos intra-específicos quando o local ocupado pela mosca-tigre é comprometido. Estes danos nas asas não impedem o voo nem os ataques de mosca-tigre.

Observaram-se diversos ataques em que a presa não estava em voo, sempre na caixa de tipo 4 (10x10x10 cm<sup>3</sup>). Foi possível fazer esta observação recorrendo aos filmes efectuados e à sua posterior observação em câmara lenta, de forma a comprovar o estado de repouso da presa na altura do ataque. Nesta caixa, no total de filmagens efectuadas, observaram-se 13 ataques, dos quais 53,8 % ocorreram com presas pousadas. Verificou-se que *C. attenuata* ao passar em voo junto de um adulto de *D. melanogaster* pousado se apercebe da sua localização e volta para o atacar. Também se verificaram ataques em que *C. attenuata*, ao percorrer (em marcha) os lados da caixa encontrava drosófilas e as atacava sem ocorrer voo, tanto da presa, como de *C. attenuata*. Este tipo de ataque, a presas pousadas, não estava descrito para *C. attenuata*. Referências a ataques a presas pousadas, estão apenas citados para uma espécie pertencente ao mesmo género, *Coenosia tigrina* (Perron *et al.*, 1956).

### 3.2. INFLUÊNCIA DA COR DAS PRESAS NA PREDACÃO POR MOSCA-TIGRE EM LABORATÓRIO

#### 3.2.1. Objectivo

O objectivo deste estudo foi avaliar a influência da cor das presas na predação por mosca-tigre, determinando qual ou quais as cores das presas que são mais atacadas por *C. attenuata*.

#### 3.2.2. Material e métodos

##### Local e período do ensaio

As observações decorreram no Insectário do Instituto Superior de Agronomia, entre Junho a Setembro de 2011.

##### Presas

Para o estudo da influência da cor das presas na predação por mosca-tigre, usaram-se como presas drosófilas, *Drosophila melanogaster*, pela sua fácil criação em laboratório e pela elevada disponibilidade deste insecto durante a realização do trabalho.

##### Processo de coloração das presas

Por não se ter encontrado informação sobre coloração de insectos, nem sobre pós coloridos para o efeito, foram realizadas várias tentativas de coloração. Foram utilizados para estes

ensaios pigmentos de cor vermelha, azul, verde, amarela, branca e laranja. Pigmentos de cor vermelha, azul, laranja e amarela foram produzidos especialmente para este trabalho pela Dra. Olívia Matos (INRB). Foi tida em conta a composição de cada um destes pigmentos para garantir que fossem, tanto quanto possível, inócuos para as presas. Estes pigmentos foram conservados no frigorífico a cerca de 5-6°C, até à sua utilização. Para além destes, foram testados pigmentos usados como corantes alimentares, farinhas (de trigo e de amido de milho), talco, pó de maquilhagem e aguarela reduzida a pó, para testar a cor branca, amarela e verde.

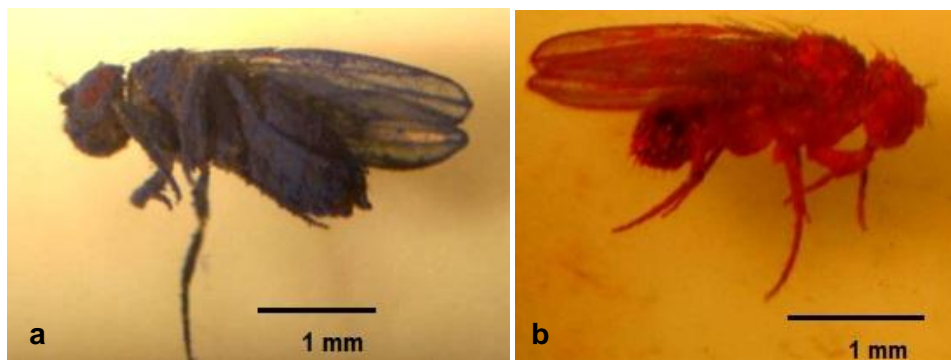
Dos diferentes pigmentos avaliados, apenas se pôde realizar ensaios com pós de cor vermelha (Figura 27) e azul. Estes corantes são lipossolúveis e foram formulados num substrato à base de amido, contendo 13-16% do corante alimentar azul “Indigotina” (Deco Relief refª CH48) ou 21-24% do corante alimentar vermelho “Ecarlate 4R” (Deco Relief refª CH47) e, um agente modificador de estaticidade (Olívia Matos, com.pes.). Com as restantes cores não foi possível efectuar ensaios por terem ocorrido pelo menos uma das seguintes situações: (I) os pós não aderiram ao corpo do insecto e as presas não ficavam suficientemente coradas; (II) os pós coravam a presa, mas eram facilmente removidos pelas suas patas; (III) os pós não permitiam o voo da presa.

Constatou-se que *C. attenuata* preda drosófilas submetidas ao processo de coloração usado (Figura 28).



**Figura 28** – Mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a preda uma drosófila, *Drosophila melanogaster*, corada de vermelho.(original da autora)

As drosófilas foram colocadas dentro de uma caixa do tipo 1. O pó corante foi colocado dentro de tubos Eppendorf, com os quais as moscas foram recolhidas directamente da caixa, uma por tubo. A coloração fez-se agitando ligeiramente o tubo Eppendorf, tendo os movimentos das asas e das patas sido suficientes para as corar (Figura 29). O processo demorou cerca de 5 a 15 segundos por presa.



**Figura 29** – *Drosophila melanogaster* corada (início do ensaio): **a** – corada de azul; **b** – corada de vermelho (originais da autora)

### **Avaliação da predação**

Os ensaios decorreram em caixas do tipo 5. Foram realizados três tipos de ensaios de dupla escolha, colocando numa caixa cinco presas de cada uma das duas colorações estudadas por ensaio e uma fêmea adulta de *C. attenuata*: i) *D. melanogaster* com coloração azul e não coradas (testemunha); ii) *D. melanogaster* com coloração vermelha e não coradas (testemunha) e iii) *D. melanogaster* com coloração azul e com coloração vermelha.

Durante o processo de coloração nos tubos Eppendorf, ao entrarem em contacto com o pó, as drosófilas começavam imediatamente a tentar limpar o pó corante do corpo, com auxílio das patas anteriores. Com este processo de limpeza conseguiam tirar uma pequena quantidade do pó aplicado e conseguiam levantar voo após serem colocadas nas caixas de ensaio.

Ao serem largadas na caixa, as drosófilas coradas permaneciam algum tempo sem voar na base da caixa, limpando-se, ao contrário das não coradas, que voavam imediatamente para o topo da caixa.

A mosca-tigre só era colocada na caixa, em média cinco minutos após a largada das drosófilas, para garantir que as drosófilas coradas removessem o excesso de pó e conseguissem voar melhor, mas também para permitir a sua observação e substituição de alguma que tivesse ficado danificada durante o processo de coloração.

Cada ensaio foi iniciado com a colocação da mosca-tigre na caixa que continha já as drosófilas, e registada a hora do seu início. Ao observar o primeiro ataque da mosca-tigre a uma presa, era finalizado o ensaio e registada a hora. A presa era recolhida com o auxílio de um pincel e colocada numa placa de Petri para posterior observação à lupa binocular, de forma a comprovar o ataque por mosca-tigre pela observação de orifício na presa.



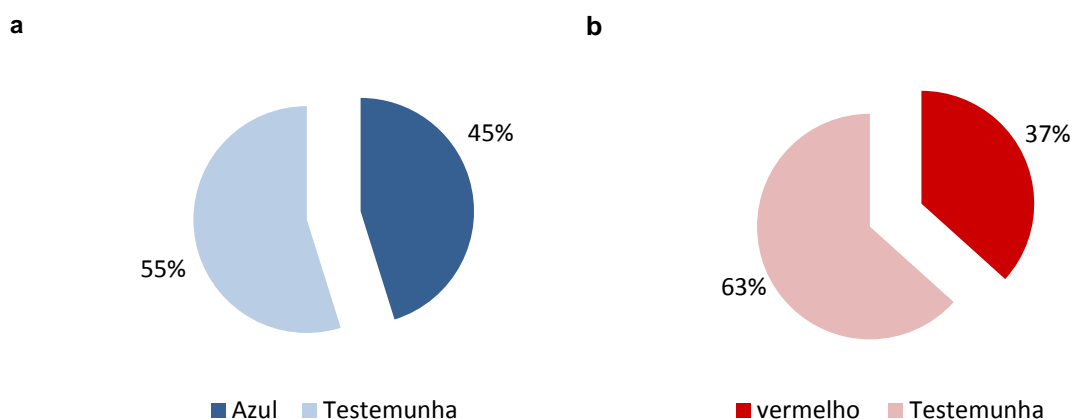
Sempre que uma drosófila morria sem ser predada no decorrer do ensaio era substituída por outra, para manter o número de presas constante.

Foram realizadas 30 repetições do ensaio do tipo ii e 31 no ensaio do tipo i e iii.

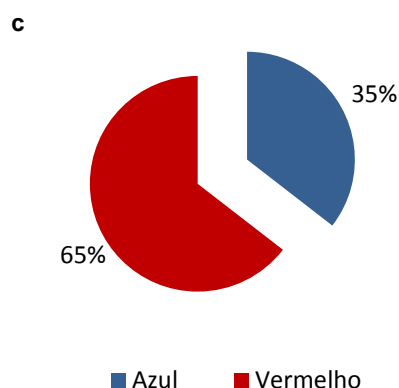
A análise estatística dos dados foi efectuada recorrendo ao teste Qui-quadrado com um grau de confiança de 95%, com recurso ao programa estatístico SPSS ver. 19.0.

### 3.2.3. Resultados e discussão

Das 31 repetições realizadas para avaliar a influência da cor azul na predação, a mosca-tigre atacou em primeiro lugar as presas não coradas (testemunha) em mais de metade dos casos (Figura 30 a), não se tendo detectado diferenças significativas entre a cor azul e natural da presa, na resposta da mosca-tigre ( $X^2=0,29$ ,  $p=0,59$ ,  $N= 31$ ). No caso da cor vermelha também mais de 3/5 das repetições a mosca-tigre atacou em primeiro lugar *D. melanogaster* sem coloração (Figura 30 b), não se tendo detectado diferença significativa ( $X^2= 2,133$ ,  $p=0,144$ ,  $N=30$ ). No que se refere à comparação entre ataque a presa de cor vermelha ou azul, verificou-se que em 65 % dos ensaios a mosca-tigre atacou em primeiro lugar uma drosófila corada de vermelho (Figura 30 c), embora também neste caso sem diferença significativa ( $X^2=2,613$ ,  $p=0,106$ ,  $N=31$ ) (Anexo 6).



**Figura 30 (início)** – Frequência relativa do número de drosófilas, *Drosophila Melanogaster*, atacadas por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, em ensaios de dupla escolha, em função da coloração da presa: **a** – azul versus testemunha; **b** – vermelho versus testemunha.



**Figura 30 (cont.)** – Frequência relativa do número de drosófilas, *Drosophila Melanogaster*, atacadas por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, em ensaios de dupla escolha, em função da coloração da presa: **c** – azul versus vermelho.

Durante todo o ensaio verificou-se que:

- as drosófilas coradas limpavam-se mais vezes, tentando remover o pó corante,
- após o ataque de mosca-tigre a uma presa corada observou-se transferência de pó da presa para o predador, ficando a mosca-tigre com pó colorido nas patas e abdômen (observação à lupa binocular).
- as drosófilas coradas de vermelho apresentavam uma cor mais acentuada no início e no fim do ensaio comparativamente às coradas de azul e estas chegavam ao final da repetição com menos quantidade de pigmento e com algumas partes do corpo sem pigmentação (Figura 31).
- aparentemente, as drosófilas coradas morreram mais rapidamente por morte natural e voavam menos que as drosófilas sem coloração; sendo as razões possíveis: o peso adicional do pó; a possibilidade do pó tapar os estigmas existentes no corpo da drosófila dificultando a respiração; e pelas drosófilas passarem mais tempo a tentar remover o pó, pousadas na base da caixa.



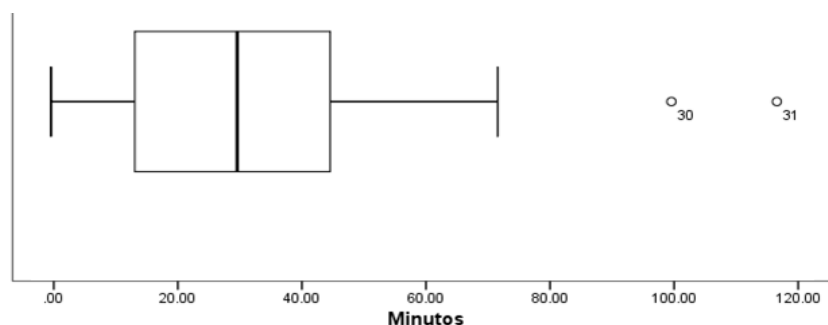
**Figura 31** – Drosófilas, *Drosophila melanogaster*, coradas de vermelho e azul, após a realização do ensaio (original da autora).

Seria de esperar que mosca-tigre predasse drosófilas da cor mais próxima do normal (azul), até porque se verificou ao longo das repetições do ensaio, que este pigmento é removido mais rapidamente pela presa, mas predou mais presas coradas de vermelho, embora sem diferenças significativas. Considerando que as drosófilas coradas voavam menos, se o estímulo movimento fosse prevaiente seria de esperar que a mosca-tigre atacasse preferencialmente as drosófilas testemunha (sem coloração), mas não se verificaram diferenças significativas entre a predação destas e das coradas.

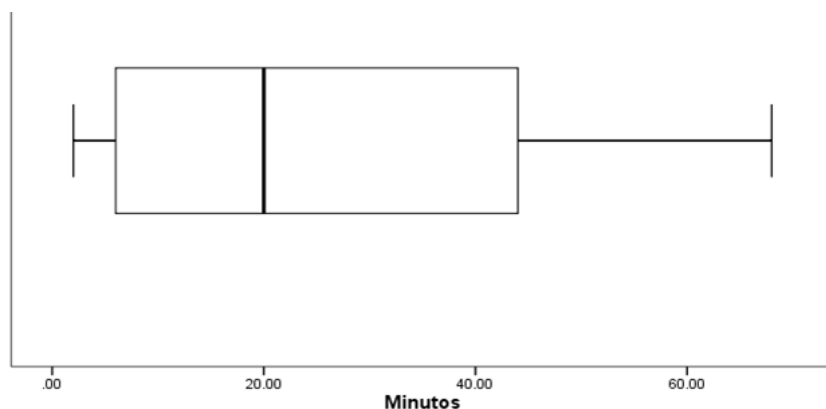
No ensaio de dupla escolha, azul vs vermelho, verificou-se maior número de ataques a presas coradas de vermelho. Uma razão explicativa desta tendência poderia ser o facto de serem mais “visíveis” do que as coradas de azul, mas sabe-se que o vermelho corresponde a um comprimento de onda a que os olhos de muitos insectos, incluindo Muscidae, não são sensíveis (Briscoe & Chittka, 2001; Land, 2003). Se a maior visibilidade das presas coradas de vermelho fosse a causa da ocorrência de maior número de ataques, seria de esperar maior número de ataques às drosófilas coradas de vermelho no ensaio vermelho vs testemunha o que não ocorreu.

No que se refere ao tempo decorrido entre exposição e início do ataque nos três ensaios de dupla escolha, a mosca-tigre demorou mais tempo a preda no ensaio e escolha entre drosófilas coradas de azul e vermelho (Figura 32,33 e 34). A duração média foi de 25,4 minutos, 33,0 minutos e 58,4 minutos no ensaio vermelho vs testemunha, azul vs testemunha e azul vs testemunha, respectivamente.

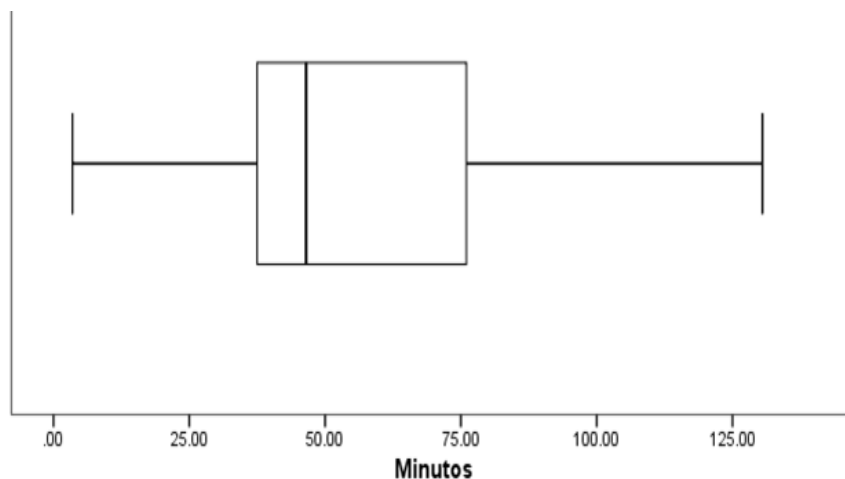
A existência de dois valores *outliers*, relativamente ao ensaio de dupla escolha, azul vs testemunha com duração demasiado longa, pode dever-se à menor necessidade alimentar da mosca-tigre, provavelmente por se ter alimentado pouco tempo antes de ter sido colocada no ensaio ou devido à idade do predador (Figura 32). Estudos realizados por Moreschi & Süss (1998) afirmam que a idade é um factor que influência a predação, tendo sido observado que moscas-tigre mais velhas alimentam-se menos, tornam-se mais lentas e podem frequentemente falhar o ataque à presa.



**Figura 32** – Duração (em minutos) do ensaio de dupla escolha – azul vs testemunha. (N = 31, Desvio padrão = 28,55).



**Figura 33** – Duração (em minutos) do ensaio de dupla escolha – vermelho vs testemunha. (N = 30, Desvio padrão = 21,23).



**Figura 34** – Duração (em minutos) do ensaio de dupla escolha – azul vs vermelho. (N= 31, Desvio padrão = 32,85).

### 3.3. IMPORTÂNCIA DA DIRECÇÃO DO VOO DA PRESA NO ATAQUE POR MOSCA-TIGRE EM ESTUFA

#### 3.3.1. Objectivo

Quando são lançados pequenos grãos de areia junto da mosca-tigre, esta é induzida pelo seu movimento, persegue o grão, voltando geralmente ao local inicial após a perseguição, ao verificar que não se trata de uma presa (Prieto *et al.*, 2003; 2005).

Este estudo teve como objectivo avaliar a importância da direcção e sentido do voo da presa no ataque por *C. attenuata*, utilizando grãos de areia que simulam o voo das presas.

### 3.3.2. Material e métodos

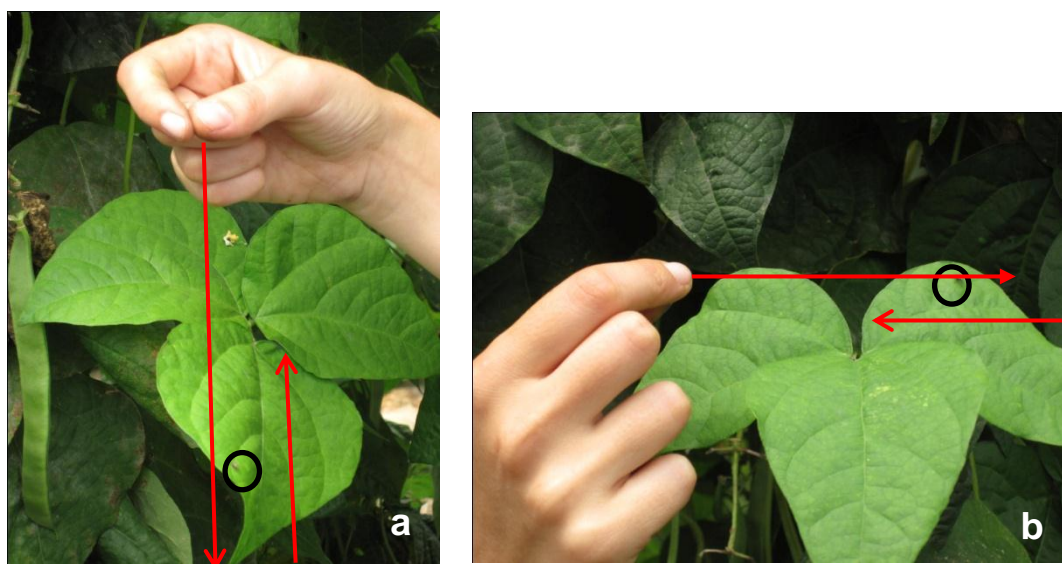
Os ensaios decorreram nos dias 7 e 21 de Junho e 6 de Setembro de 2011, em cultura de feijão-verde, na estufa de tipo capela múltipla, do Sr. José Firmino (Olhorta), situada na freguesia da Silveira, concelho de Torres Vedras.

Estudaram-se adultos de mosca-tigre, de ambos os sexos, seleccionados ao acaso, tendo sido percorrida toda a estufa, de forma a evitar utilizar mais do que uma vez o mesmo exemplar.

Os grãos de areia utilizados foram recolhidos no local do ensaio e a sua dimensão variou entre 1 e 3 mm.

Kühne *et al.* (1997) referem que o ataque de mosca-tigre é desencadeado pelo movimento a 5 a 10 cm de distância. Os grãos de areia foram lançados em diferentes sentidos do movimento horizontal e vertical, para que o grão passasse a uma distância máxima de 10 cm da mosca-tigre, que se encontrava pousada nos folíolos de feijão-verde (Figura 35).

A cada lançamento foi registada a reacção da mosca-tigre à passagem do grão de areia, isto é, se atacava ou não. Foi considerado ataque se a mosca-tigre perseguisse o grão. Após o ataque foi, também, assinalado se voltava ao local inicial. Considerou-se que a mosca voltava ao local inicial se regressava ao mesmo folíolo.



**Figura 35** – Esquema do lançamento de grãos de areia que simulam o voo das presas de mosca-tigre; **a** – Direcção vertical (sentido ascendente; sentido descendente); e **b** – Direcção horizontal (sentido da direita para a esquerda; sentido da esquerda para a direita). As setas a vermelho indicam a direcção e sentido do lançamento, e os círculos a preto indicam a localização da mosca-tigre (original de André Garcia).

Nos dias 7 e 21 de Junho, foram efectuados 203 lançamentos na direcção vertical, no sentido de cima para baixo, correspondentes a 80 machos e 123 fêmeas de mosca-tigre, e 200 lançamentos na horizontal (sem anotação do sentido), correspondentes a 67 machos e 133 fêmeas.

No dia 6 de Setembro foram efectuados 102 lançamentos na direcção vertical, dos quais 51 lançamentos (9 machos e 42 fêmeas) foram feitos no sentido de descendente e 51 lançamentos (10 machos e 41 fêmeas) no sentido de ascendente, e 102 lançamentos na horizontal, dos quais, 51 lançamentos (14 machos e 37 fêmeas) foram realizados no sentido da direita para a esquerda e 51 (9 machos e 42 fêmeas) no sentido da esquerda para a direita.

Os resultados obtidos nos três dias foram analisados em conjunto. A análise estatística dos dados foi efectuada recorrendo a tabelas de contingência e verificando o ajustamento à distribuição de  $X^2$  (Arsham, 2011) e ao teste exacto de Fisher nos casos em que os valores obtidos não permitiam a realização do teste anterior (Lowry, 2011).

### **3.3.3. Resultados e discussão**

Os resultados referentes a esta análise estão inseridos no Anexo 7.

No que se refere à resposta ataque (saída do local de pouso) detectaram-se diferenças significativas no que se refere à direcção de deslocamento do grão de areia ( $X^2= 48,68$ ;  $p < 0,001$ ;  $N=607$ ), sendo o movimento na horizontal aquele que provocou maior número de respostas da mosca-tigre (Figura 36 a). Este resultado era de esperar, visto que o voo das presas não ocorre normalmente na vertical.

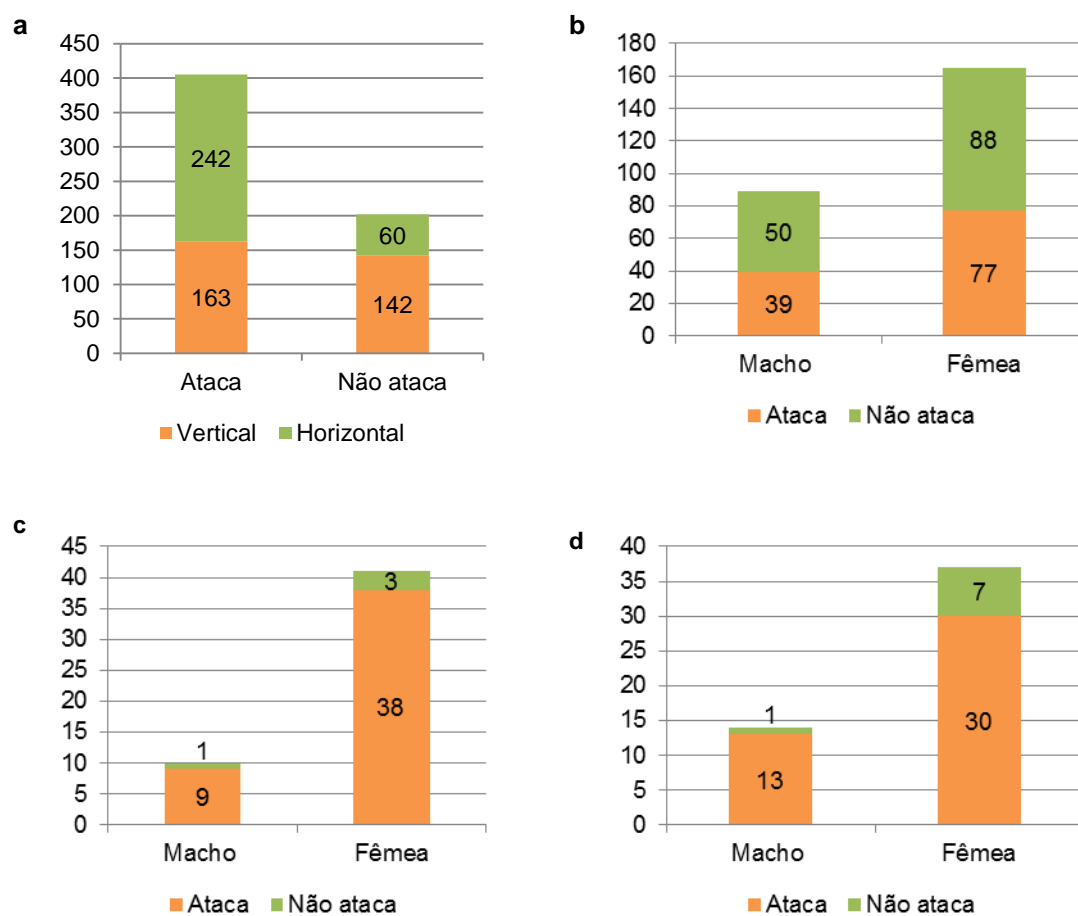
Esta resposta não foi significativamente diferente em machos e fêmeas do predador, quer quando o movimento foi efectuado na vertical: sentido de descendente ( $X^2= 0,189$ ;  $p = 0,664$ ;  $N=254$ ) (Figura 36 b) ou no sentido de ascendente ( $p= 1,000$ ;  $N = 51$ ) (Figura 36 c), quer na horizontal: sentido da direita para esquerda ( $p = 0,420$ ;  $N=51$ ) (Figura 36 d) ou da esquerda para direita ( $p=0,670$ ;  $N=51$ ) (Figura 36 e).

Verificaram-se diferenças significativas no ataque relativamente ao sentido (descendente e de ascendente) do movimento vertical ( $X^2= 36,90$ ;  $p < 0,001$ ;  $N=305$ ) (Figura 36 f), mas não se observaram diferenças significativas no ataque comparando no movimento horizontal os dois sentidos (da esquerda para a direita e da direita para a esquerda) ( $X^2= 0,58$ ;  $p = 0,445$ ,  $N=102$ ) (Figura 36 g).

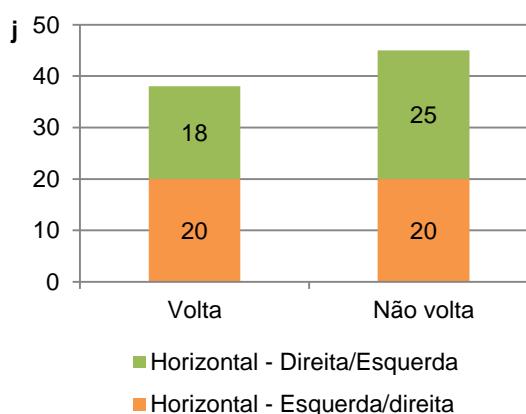
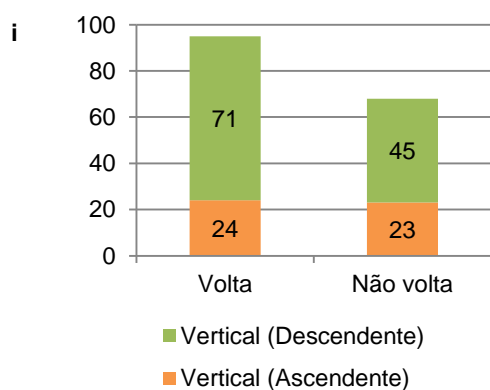
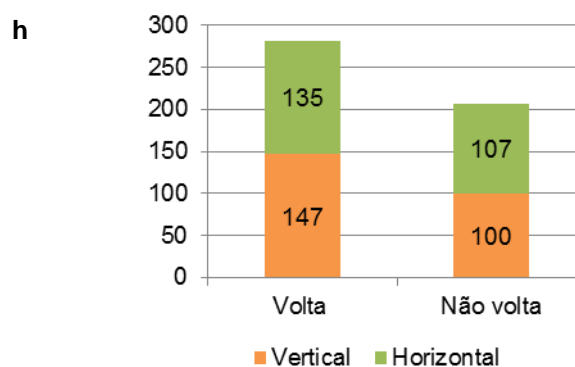
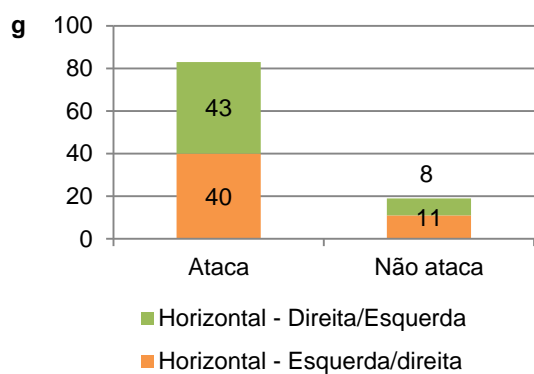
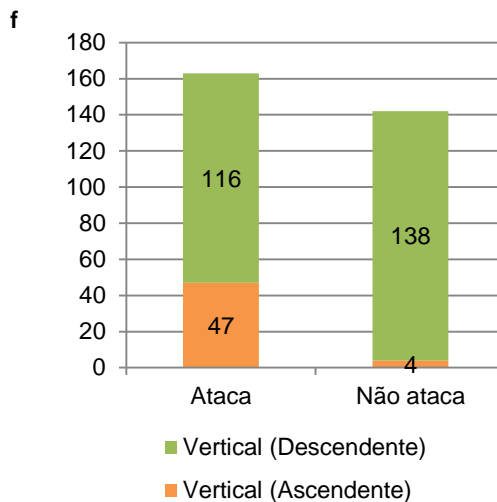
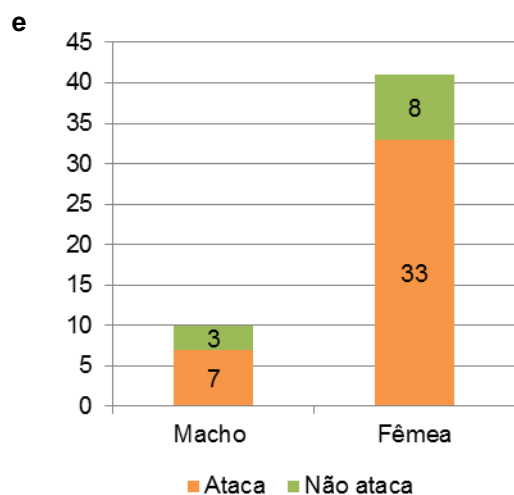
No que se refere ao local de pouso após ataque, não se detectaram diferenças significativas, entre movimento na vertical e na horizontal ( $X^2= 0,70$ ;  $p = 0,404$ ;  $N=489$ ) (Figura 36 h), nem entre os sentidos do movimento: na direcção vertical (no sentidos de

ascendente e descendente) ( $X^2= 1,42$ ;  $p = 0,234$ ;  $N=163$ ) (Figura 36 i); e na direcção horizontal (nos sentidos da esquerda para a direita e da direita para a esquerda) ( $X^2= 0,55$ ;  $p = 0,457$ ,  $N=83$ ) (Figura 36 j).

O sexo do predador não parece ter influenciado o voltar ou não à folha onde estava inicialmente, nos dois sentidos do movimento horizontal, da direita para esquerda ( $X^2= 2,70$ ;  $p = 0,100$ ,  $N=43$ ) (Figura 36 k) e da esquerda para direita ( $p = 0,660$ ,  $N=40$ ) (Figura 36 l) e na direcção vertical no sentido de ascendente ( $p = 1,000$ ;  $N=47$ ) (Figura 36 m), mas verificaram-se diferenças significativas no sentido de descendente ( $X^2= 5,61$ ;  $p = 0,018$ ;  $N=116$ ) (Figura 36 n), sendo as fêmeas as que mais vezes regressaram ao local de pouso.

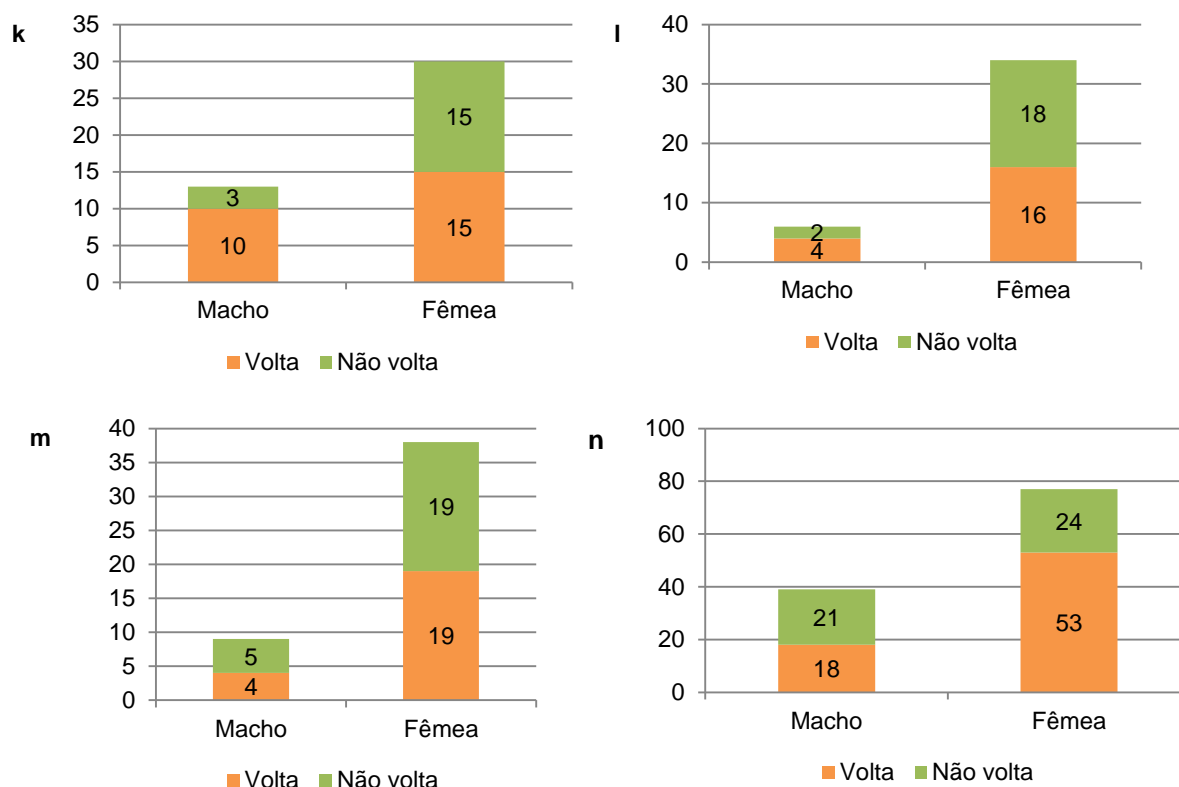


**Figura 36 (início)** – Resultados obtidos nos lançamentos efectuados para testar a importância da direcção e sentido do voo da presa na predação por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*. **a** – vertical vs horizontal, **b** – vertical (descendente), **c** – vertical (ascendente), **d** – horizontal (direita para esquerda).



**Figura 36 (cont.)** - e – horizontal (esquerda-direita), f – vertical, g – horizontal, h – vertical vs horizontal, i – vertical, j – horizontal.





**Figura 36 (cont.)** –k – horizontal (direita para esquerda), l – horizontal (esquerda para direita), m – vertical (ascendente), n – vertical (descendente).

Nos lançamentos em que se verificaram ataques, a mosca-tigre levantou voo em direcção ao grão de areia e, na proximidade do grão, ao aperceber-se que não se tratava de uma verdadeira presa, ignorava-o, voltando ou não ao local onde estava pousada anteriormente.

#### 4. CANIBALISMO ENTRE ADULTOS DE MOSCA-TIGRE

##### 4.1. Objectivo

Este estudo preliminar pretendeu-se ter algumas noções sobre o fenómeno de canibalismo de *Coenosia attenuata* com vista a delineamento de ensaios posteriores.

##### 4.2. Material e métodos

As observações decorreram no Insectário do Instituto Superior de Agronomia, entre Junho a Setembro de 2011.

As moscas-tigre utilizadas neste estudo foram criadas no Instituto Nacional de Recursos Biológicos (INRB), em Oeiras, por outro membro da equipa de projecto.

Ao longo do trabalho, entre observações directas e indirectas por análise de vídeos, observaram-se 19 ocorrências de canibalismo em caixas do tipo 1, em caixas do tipo 2, e em placas de Petri.

Para determinação da duração do canibalismo recorreu-se a observação directa cronometrada.

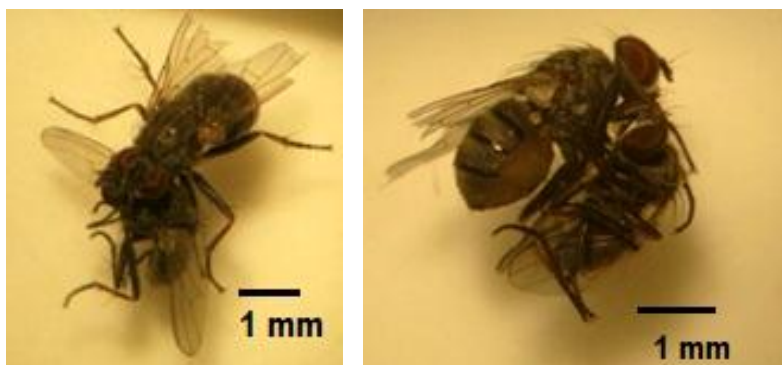
Após a visualização de um ataque canibal à mosca-tigre esta era recolhida com o auxílio de um pincel, para não ser danificada, colocada numa placa de Petri e observada à lupa binocular, com a finalidade de determinar o local exacto da inserção da probóscide da mosca-tigre. Registou-se, também, o sexo quer da mosca-tigre que se comportou como predador, quer da presa.

#### 4.3. Resultados e discussão

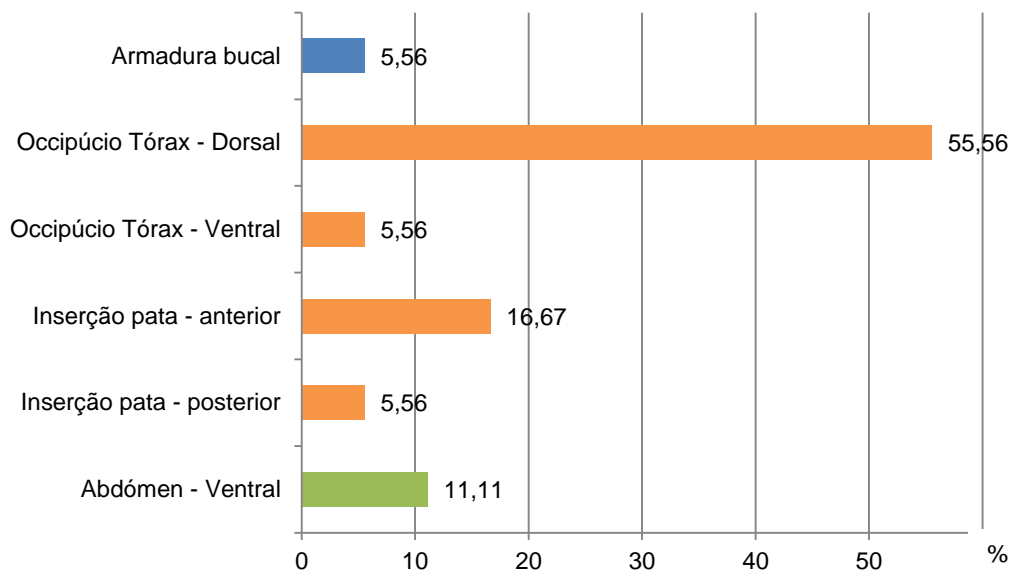
O fenómeno de canibalismo entre *C. attenuata* está directamente associado à necessidade alimentar (Moreschi & Süss, 1998). Neste estudo, o canibalismo foi observado em caixas onde existiam vários exemplares de adultos de mosca-tigre machos e fêmeas e um número reduzido de presas ou a sua ausência

Tal como em estudos realizados por Lambert (2006) e por Sutherland (2005), verificou-se maioritariamente ataques de fêmeas a machos adultos (73,7%), mas foram observados ataques de machos a fêmeas (1 ocorrência), de fêmeas a fêmeas (10,53%; 2 ocorrências) (Figura 37) e entre machos (10,53%; 2 ocorrências).

No ataque, observou-se que o predador se debatia durante alguns segundos com a presa até a conseguir imobilizar, com o auxílio das seis patas. Após imobilização, a presa era posicionada pelo predador, de forma a conseguir inserir a probóscide, sendo o local de inserção mais frequente o occipício na direcção do tórax, em posição dorsal (55,6% dos ataques de fêmea a macho) (Figura 38). Em 79% dos casos o ataque foi feito apenas com recurso a um orifício (Figura 39).

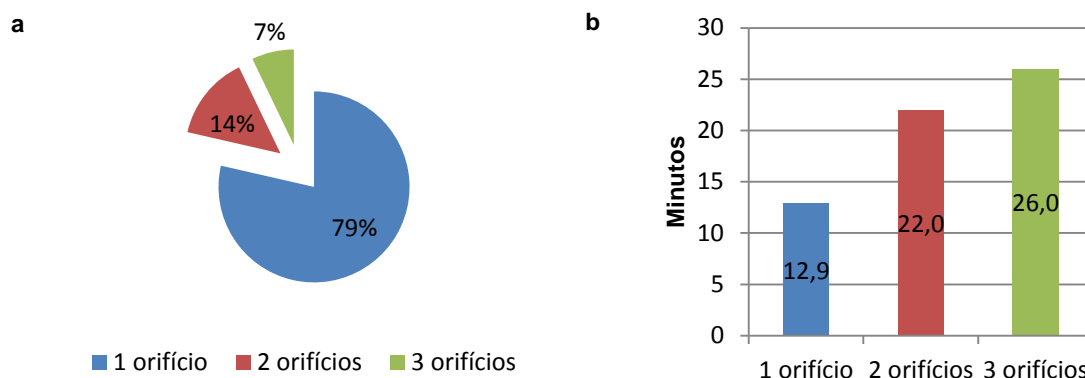


**Figura 37** – Canibalismo entre moscas tigre fêmeas, em laboratório (originais da autora).



**Figura 38** - Distribuição de frequências (em %) da localização dos orifícios provocados pelo ataque de mosca-tigre fêmea a mosca-tigre macho.

Ao analisar os tempos de predação, verificou-se que o ataque é mais demorado quando são feitos 3 orifícios (Figura 39 b).



**Figura 39 – a** – Frequência (em %) do número de orifícios por presa provocados pelo ataque de mosca-tigre, (*Coenosia attenuata*) fêmea a macho. **b** – tempo médio, em minutos, gasto pela mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, no canibalismo.

## 5. ACASALAMENTO

### 5.1. Objectivo

O comportamento de acasalamento de *C. attenuata* ainda não foi descrito (Sensenback, 2004). Estudos sobre reprodução de *C. tigrina* foram realizados por Morris & Cloutier (1987), que não verificaram nenhum comportamento pré-copulatório característico, nestes dípteros.

Com este estudo preliminar pretendeu-se ter algumas noções sobre o processo de acasalamento desta espécie, com vista a delineamento de ensaios posteriores.

## 5.2. Material e métodos

As observações decorreram no Insectário do Instituto Superior de Agronomia, entre Junho a Setembro de 2011.

As moscas-tigre utilizadas neste estudo foram criadas no Instituto Nacional de Recursos Biológicos (INRB), em Oeiras.

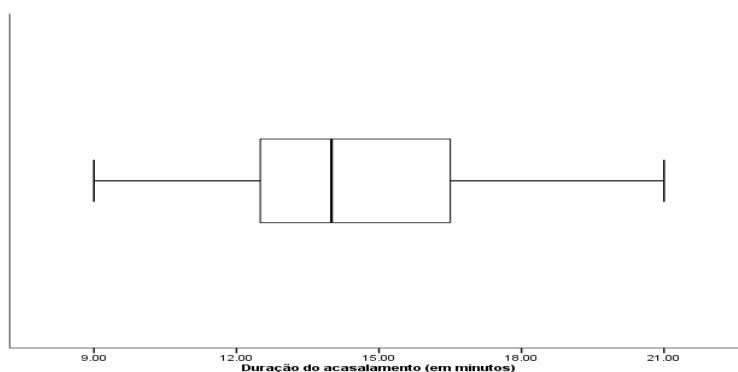
O acasalamento entre moscas-tigre foi observado em caixas de tipo 1 e de tipo 2 e em placas de Petri. Verificaram-se dificuldades em observar acasalamentos nas caixas do tipo 1 e 2, devido ao tamanho, por isso, optou-se por reduzir a área de observação, recorrendo a placa de Petri. Em cada placa, colocou-se apenas um casal de *C. attenuata* e contabilizou-se a duração do acasalamento.

Filmou-se um acasalamento de mosca-tigre com auxílio de uma câmara de vídeo (Sony Handycam DCR-SX30, zoom digital: 2000x, zoom óptico: 60x), colocada junto à placa de Petri, instalada num tripé.

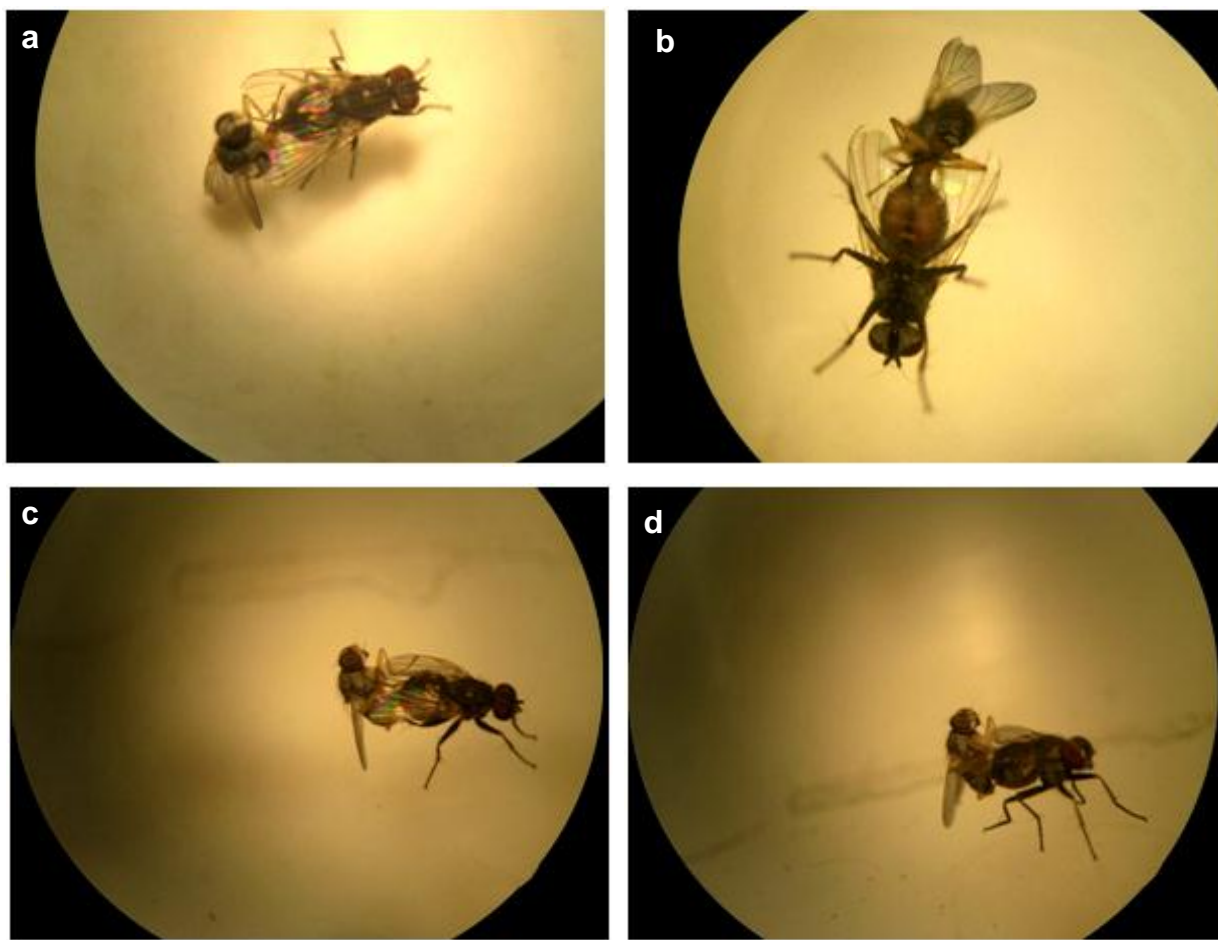
## 5.3. Resultados e discussão

Ao longo do trabalho, entre observações directas e indirectas por análise de vídeos, detectaram-se 15 acasalamentos. Num dos casos, pela visualização posterior da gravação de vídeo, verificou-se a existência de movimentos prévios ou no início da cópula, muito rápidos, da esquerda para a direita da placa de Petri e retorno que apesar de terem sido gravados, não foi possível descrever, mesmo com recurso a câmara lenta. Nesta gravação, registou-se que a investida para o acasalamento ocorreu pela fêmea. A cópula pode ser observada na Figura 41.

O acasalamento de mosca-tigre tem a duração média de 14,2 minutos, mínima de 9,0 minutos e máxima de 21,0 minutos (N=15) (Figura 40).



**Figura 40** – Duração (em minutos) do acasalamento de mosca- tigre, *Coenosia attenuata*. (Desvio padrão = 3,34).



**Figura 41**– Acasalamento de mosca-tigre, (*Coenosia attenuata*). **a** – vista superior, **b** – vista inferior, **c** e **d** – vista lateral.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram aumentar alguns conhecimentos sobre um promissor agente de luta biológica, *C. attenuata*, através de estudos etológicos, em laboratório e em estufa.

Em condições laboratoriais verificou-se que *C. attenuata* preda mirídeos, da espécie *Nesidiocoris tenuis*, foi confirmado entretanto, por observações de um técnico de uma empresa, em Santo Isidoro (Mafra), a predação deste insecto em estufa.

A duração do ataque da mosca-tigre às diferentes presas variou entre 0,16 e 43,12 minutos, atingido um máximo em *D. melanogaster* e um mínimo em *Bradysia difformis*.

A localização mais frequente dos orifícios provocados pelo ataque de mosca-tigre em *D. melanogaster*, *T. vaporariorum*, *L. huidobrensis*, *D. isaea* e *B. difformis* foi no occipúcio em direcção ao tórax e em posição dorsal e em *N. tenuis* na inserção das patas anteriores. Verificou-se a possibilidade de existência de mais do que um orifício nas presas, observando-se até cinco, excepto em *D. isaea* predados que apresentavam apenas um.

Apesar de os adultos de *C. attenuata* serem referidos como só predando insectos em voo, em laboratório observou-se que este predador atacou e alimentou-se de presas pousadas. É necessário verificar se há ocorrência deste fenómeno na natureza, por exemplo em estufa e verificar se ocorre predação por *C. attenuata* a insectos ápteros, como por exemplo ninfas de *N. tenuis*, afídeos ou cochonilhas.

Verificou-se influência da direcção (vertical e horizontal) e do sentido do movimento da presa no ataque por mosca-tigre, sendo que o movimento horizontal e o movimento vertical no sentido ascendente aqueles que produziram maior número de ataques da mosca-tigre; em alguns casos verificou-se que o número de ataques foi maior nas fêmeas. Obtiveram-se também diferenças significativas entre machos e fêmeas de mosca-tigre referentes ao regresso ao local inicial após o ataque, quando o lançamento foi efectuado no sentido descendente, tendo-se verificado que nesta situação as fêmeas regressam mais vezes ao lugar inicial de pouso, do que os machos.

Quanto à influência da cor das presas no ataque por *C. attenuata*, nomeadamente de cores vermelha e azul, não se detectaram diferenças estatisticamente significativas entre o ataque de presas coradas e não coradas, nem se verificou a preferência por nenhuma cor em particular. É contudo necessário testar em laboratório outras cores que não foram possíveis obter durante o decorrer do presente trabalho.

Observou-se fenómeno de canibalismo entre adultos de mosca-tigre, com maior frequência ataques de fêmeas a machos.

O acasalamento de moscas-tigre tem duração de cerca de 10,0 a 20,0 minutos, tendo-se verificado uma média de 14,2 minutos.

Relativamente ao acasalamento e ao canibalismo entre adultos de mosca-tigre, os estudos etológicos referidos nesta dissertação foram preliminares, sendo necessário realizar estudos mais aprofundados sobre estes assuntos. O canibalismo é um fenómeno que afecta directamente a produção em massa deste predador e deve ser devidamente estudado, em laboratório, de forma a ser viável a criação deste predador em larga-escala, para futuro uso em luta biológica. Quanto ao acasalamento de mosca-tigre, devem-se realizar estudos sobre reprodução e comportamento pré-copulatório de mosca-tigre, visto não existir qualquer descrição sobre este assunto, relativamente a esta espécie.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo (1996) Killer fly controls aphids. *Pesticides News*, 31: 18.
- Arsham H (2011) Measuring Dependency of Two Variables from Categorized Data 9<sup>th</sup>ed. Statistical Thinking Managerial Decisions. <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/Business-stat/otherapplets/Catego.htm>.(acedido em 17 Outubro 2011).
- Biocolor (2011) *Nesidiocoris tenuis* – Tenuiscolor [http://www.biocolor.es/upload/docs/NESIDIOCORIS%20TENUIS%20ingles\\_formato.pdf](http://www.biocolor.es/upload/docs/NESIDIOCORIS%20TENUIS%20ingles_formato.pdf), 3pp. (acedido em 18 Outubro 2011)
- Blind MP (1999) Biological control of insect pests by predators, parasitoids and entomopathogenic fungi in The Netherlands from a practical point of view. *Phytoparasitica*, 27: 75.
- Briscoe AD & Chittka L (2001) The evolution of color vision in insects. *Annual Review Entomology*, 46: 471-510.
- Calvo J & Urbaneja A (2004) *Nesidiocoris tenuis*, un aliado para el control biológico de la mosca blanca. *Horticultura Internacional*, 44: 20–25.
- Carvalho JP (1986) Introdução à Entomologia Agrícola. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 361 pp.
- Castañé C, Arnó J, Gabarra R & Alomar Ó (2011) Plant damage to vegetable crops by zoophytophagous mirid predators. *Biological Control*, 59: 22-29.
- Castresana LE (1989) La mosca branca de los invernaderos. *Horticultura*, 44: 48-58.
- Colombo M & Eördegh FR (1991) Ritrovamento di *Coenosia attenuata* attivo predatore di Aleirodidi, in colture protette in Liguria e Lombardia. *Informatore Agrario*, 47: 187-189.
- Couri MS & Salas C (2010) First record of *Coenosia attenuata* Stein (Diptera, Muscidae) from Chile, with biological notes. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54: 144-145.
- Domingos C (2011) Estudo da hora de emergência e de presas potenciais em *Coenosia attenuata*. Rel. Projecto Lic. Biologia, ISA/UTL, 17 pp.
- Ebejer MJ & Gatt P (1999) The species of Fanniidae and Muscidae of the Maltese Islands. *Studia Dipterologica*, 6: 79-92.
- Echevarría A, Gimeno C & Jiménez R (1994) *Liriomyza huidobrensis* (Balanchard, 1926) (Diptera, Agromyzidae) una nueva plaga en cultivos valencianos. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 20: 103-109.
- EPPO (2010) Data Sheets on Quarantine Pests - *Liriomyza huidobrensis*. EPPO/CABI (1997) Quarantine Pests for Europe 2nd edition: 1-5.
- Ferguson G, Murphy G & Shipp L (2006) Fungus gnat and shoreflies in greenhouse crops. Factsheet: 8 pp.



- Freidberg A & Gijswijt MJ (1983) A list and preliminary observations on natural enemies of the leaf miner, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in Israel. Israel Journal of Entomology, 17: 115-116.
- Gilioli G, Baumgärtner J & Vacante V (2005) Temperature influences on functional response of *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) individuals. Journal of Economic Entomology, 98: 1524-1530.
- Godinho M (1995) Protecção integrada em culturas de estufa: contribuição para o estudo das larvas mineiras (Diptera: Agromyzidae): Protecção de Plantas ISA/UTL, Lisboa, 166 pp.
- Godinho M & Mexia A (2000) Leafminers (*Liriomyza* sp.) importance in greenhouses in the Oeste region of Portugal and its natural parasitoids as control agents in IPM programs, Vol. 23: Integrated Control Crops, Mediterranean Climate IOBCwprs Bulletin, 157-161 pp.
- Gonçalves MA & Anunciada ML (2001) Dinâmica populacional de *Diglyphus isaea* e *D. poppoea* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitóides das larvas mineiras do feijão-verde em estufa, no Algarve (Portugal). Zapateri Revista Aragonesa de Entomología, 9: 75-83.
- Gonzalez-Bellido PT, Wardill TJ & Juusola M (2011) Compound eyes and retinal information processing in miniature dipteran species match their specific ecological demands. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108: 4224-4229.
- Henter HJ & Van Lenteren JC (1996) Variation between laboratory populations in the performance of the parasitoid *Encarsia formosa* on two host species, Bemisia tabaci and Trialeurodes vaporariorum. Entomologia Experimentalis et Applicata, 80: 427-434.
- Hennig W (1964) Muscidae, In: Lindner E., Die fliegen der Paläarktischen region. 7(2) E. Schweizerbatsche Verlagsbuchandlung, Stuttgart. (cit in. Kühne (2000) e Pohl et al., (2011)).
- Hoebeke ER, Sensenbach EJ, Sanderson JP & Wraight SP (2003) First report of *Coenosia attenuata* Stein (Diptera : Muscidae), an Old World 'hunter fly' in North America. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 105: 769-775.
- Houiss A & Vilar MS (2002) Dicionário Houiss de língua portuguesa. Instituto António Houaiss & Circulo de Leitores, Lisboa.
- Kaviani MH, Shirazo J, Rezapanah M & Shojaee M (2010) Evaluation of the predation and feeding potential of *Coenosia attenuata* Stein on its three major hosts: 19<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress, Irão. (Abstract)
- Kühne S (1998) Open rearing of generalist predators : A strategy for improvement of biological pest control in greenhouses. Phytoparasitica, 26: 277-281.

- Kühne S (2000) Predaceous flies of the genus *Coenosia* Meigen, 1826 (Diptera: Muscidae) and their possible use for biological pest control. *Studia dipterologica Supplement*, 9: 1-78.
- Kühne S & Heller K (2010) Sciarid fly larvae in growing media - Biology occurrence, substrate and environmental effects and biological control measures: Peat in Horticulture - Life in growing media by G Schmielewski) International Peat Society, Amsterdam, 95-102.
- Kühne S, Schiller K & Dahl U (1997) Contribution to the habit, morphology and development of the predatory fly *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae). *Gesunde Pflagen*, 49:100-106.
- Lambert L (2006) A good find! A fly that devours black flies. *Sting Newsletter on biological control in greenhouses*, 29: 8-15.
- Land, M. F. 2003. Eyes and vision. In: Resh, V.H. & Cardé, R.T. *Encyclopedia of insects*, Academic Press, San Diego, 393-408.
- Lowry R (2011) For a 2x2 Contingency table. <http://faculty.vassar.edu/lowry/tab2x2.html> (acedido em 17 Outubro 2011)
- Malausa JC (1989) Lutte intégrée sous serre: Les pusaises prédatrices Mirides dans les cultures de solanacées du Sud - Est de la France. *REV. Hortic.*: 39-43.
- Martínez-Sánchez A, Marcos-García MA & Pont AC (2002) *Coenosia attenuata* Stein, 1903 (Diptera, Muscidae) nueva especie para la fauna neotropical. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, 34: 269-272.
- Martinez M & Cocquempot C (2000) La mouche *Coenosia attenuata*, nouvel auxiliaire prometteur en culture protégée. *PHM-Revue Horticole*, 414: 50-52.
- Mateus C & Figueiredo E (2011) *Coenosia attenuata*: Uma Mosca-Tigre em acção nas estufas portuguesas. *Revista da Associação Portuguesa de Horticultura*, 104: 35-38.
- Moreschi I (1999) Predatori del genere *Coenosia* in serre della Lombardia. *L'Informatore Agrario*, 15: 109-112.
- Moreschi I & Colombo M (1999) Una metodica per l'allevamento dei ditteri predatori *Coenosia attenuata* e *C. strigipes*. *Informatore Fitopatologico*, 49: 61-64.
- Moreschi I & Süss L (1998) Osservazioni biologiche ed etologiche su *Coenosia attenuata* Stein e *Coenosia strigipes* Stein (Diptera: Muscidae). *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura*, 30: 185-196.
- Morris DE & Cloutier C (1987) Biology of the predatory fly *Coenosia tigrina* (Fab.) (Diptera: Anthomyiidae): reproduction, development, and larval feeding on earthworms in the laboratory. *Canadian Entomologist*, 119: 381-394.
- Ode PJ & Heinz KM (2002) Host-size-dependent sex ratio theory and improving mass-reared parasitoid sex ratios. *Biological Control*, 24: 31-41.

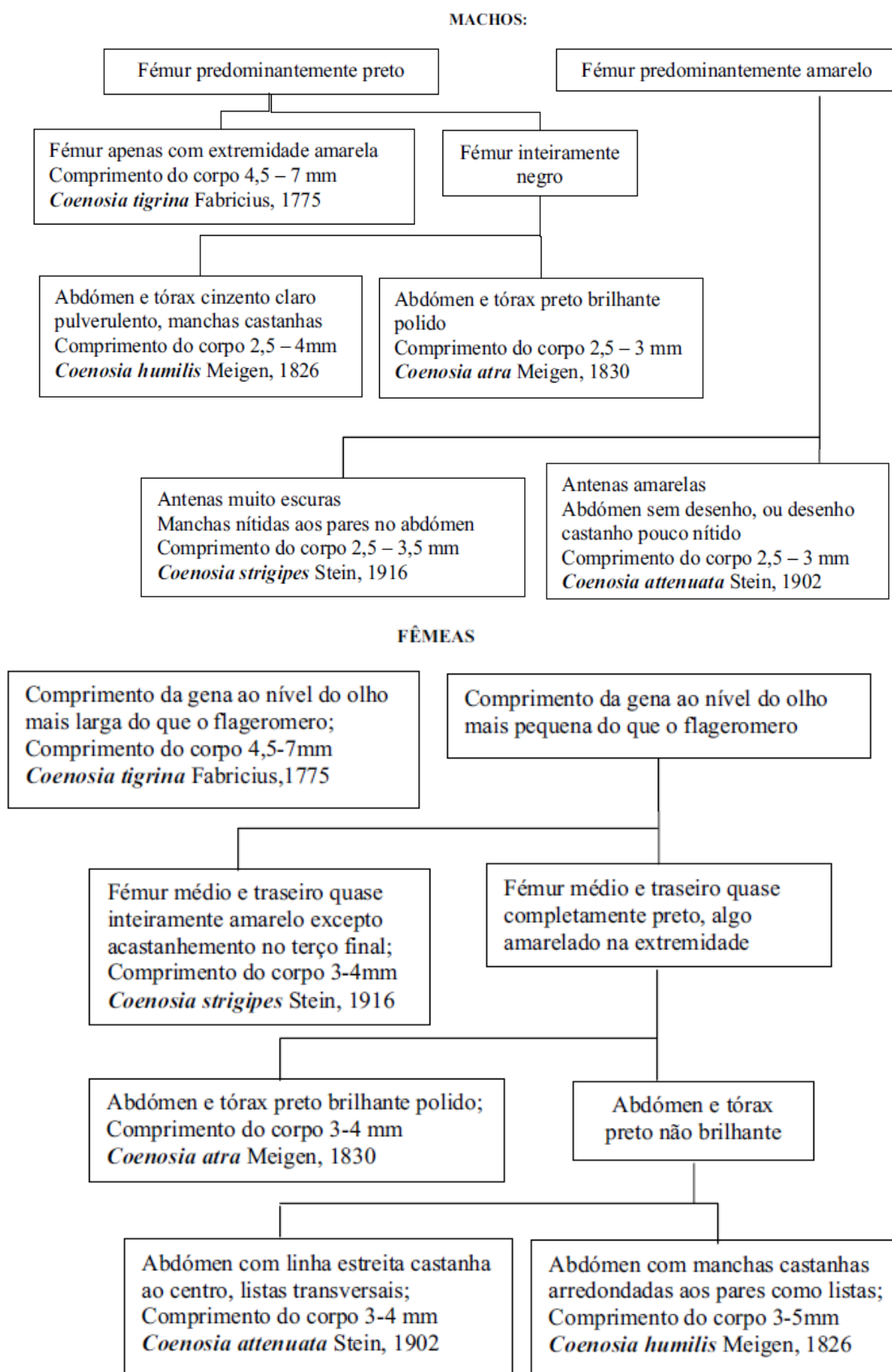
- Pérez, M. M. (2006) Estudio de la morfología externa de los adultos de la mosca cazadora *Coenosia attenuata* Stein, 1903 (Diptera: Muscidae), y primer reporte para Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 2: 67-87.
- Perron JP, Leroux EJ & LaFrance J (1956) Notes on *Coenosia tigrina* (F.) (Diptera: Anthomyiidae) mainly habits and rearing. *Canadian Entomologist*, 88: 608-611.
- Pinho V, Mateus C, Rebelo MT & Kühne S (2009) Distribuição espacial de *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) e das suas presas em estufas de hortícolas na região Oeste, Portugal. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 35: 231-238.
- Pohl D, Uygur FN & Sauerborn J (2003) Fluctuations in Population of the First Recorded Predatory Fly *Coenosia attenuata* in Cotton Fields in Turkey. *Phytoparasitica* 31: 446-449.
- Pohl D, Kühne S, Karaca İ & Moll E (2011) Review of *Coenosia attenuata* Stein and its first record as a predator of important greenhouse pests in Turkey. *Phytoparasitica*: 1- 6.
- Pons L (2005) Greenhouse pests beware: Old World Hunter Fly Now in North America. *Agricultural Research*, 53: 7.
- Pont, AC (1986) Family: Muscidae. In: Soós, A. & L. Papp Catalogue of the Palearctic Diptera Budapest, Hungarian Natural History Museum. 11:57-215. (*cit in* Martínez-Sánchez *et al.*, 2002)
- Pont AC (2004) Fauna Europaea: Coenosia: Muscidae. Fauna Europaea version 2.4. <http://www.faunaeur.org>. (accedido em 18 Outubro 2011)
- Prieto R (2002) Dípteros predadores do género *Coenosia* Meigen em culturas hortícolas protegidas na região Oeste, Mestrado: ISA/UTL, Lisboa, pp. 69.
- Prieto R, Figueiredo E, Miranda C & Mexia A (2003) Dípteros predadores do género *Coenosia* Meigen (Muscidae) em culturas hortícolas protegidas na região Oeste: 6º Encontro Nacional de Protecção Integrada, Castelo Branco, 522-528 pp.
- Prieto R, Figueiredo E, Miranda C & Mexia A (2005) *Coenosia attenuata* Stein (Diptera:Muscidae): prospecção e actividade em culturas protegidas em Portugal. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 31: 39-45.
- Ramírez JH (2008) Presencia de la "mosca tigre" en Costa Rica. *Actualidad Fitosanitaria*, 33: 3-4.
- Rodríguez MD (1994) Aleuródidos: Sanidad Vegetal en la Horticultura Protegida by HF López & RMM Fernández) Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, 123-153 pp.
- Rodríguez MD, Gómez-Ramos M, Lirola AMA & Kühne S (2004) Resultados preliminares en el estudio de conservación y mantenimiento de la mosca tigre, *Coenosia attenuata* Stein, en los cultivos hortícolas protegidos almerienses. *Phytoma*, 163: 40-44.

- Rodríguez MD & Lirola AMA (2002a) *Coenosia attenuata*, una nueva mosca a considerar en el control biológico de las plagas hortícolas. *Phytoma España*, 141: 27-34.
- Rodríguez MD & Lirola AMA (2002b) La mosca tigre: gran depredador de plagas en hortícolas. *Vida Rural* Noviembre: 45-46.
- Rodríguez MD, Sánchez MM, Navarro M & Aparicio V (2003) *Diglyphus isaea* parasitoide de minadores de hoja. *Horticultura*: 44-49.
- Roy M, Fréchette M & Lambert L (2006) Première mention de *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) dans les serres au Québec. *Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ)*. 4pp.
- Salas C & Larraín PS (2009) Género *Coenosia* (Diptera: Muscidae) - Las moscas cazadoras de plagas. *Tierra Adentro*, 87: 59-60.
- Salas C & Larraín PS (2011) Prospecção de *Coenosia attenuata* Stein, 1903 (Diptera, Muscidae) na produção hortofrutícola do norte do Chile: 12º SICONBIOL, Simpósio de Controle Biológico "Mudanças climáticas e sustentabilidade: quebra de paradigmas", São Paulo, Brasil.
- Schrameyer K (1991) The dipteran predators (*Coenosia attenuata*, *Coenosia humilis*) an important factor biological pest control. *Gesunde Pflazen*, 43: 398-400.
- Sensenbach EJ, Wraight SP & Sanderson JP (2005) Biology and predatory feeding behaviour of larvae of the hunter fly *Coenosia attenuata*. *Integrated Control in Protected Crops, Temperate Climate*. IOBC/wprs Bulletin, 28: 229-232.
- Shirazi J, Kaviani MH & Parchami-Araghi M (2009) The first report of *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae), an effective predator on greenhouse pests in Iran. *Studia dipterologica*, 16: 308-309. (Abstract)
- Sutherland MA (2005) Old world predatory flies may help control various adult insect pests for the California Gerbera industry. *Gerbera Pest Management Alliance*, 3pp.
- Suvák M (2008) *Coenosia attenuata* can behave like a falconers bird, [http://www.diptera.info/articles.php?article\\_id=17](http://www.diptera.info/articles.php?article_id=17). (accedido em 19 Outubro 2011)
- Steck GJ (2004) Pea leafminer, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Insecta: Diptera: Agromyzidae). *University of Florida IFAS Extension EENY 111*: 1-4.
- Tapia G, Cabello T, Gamez M & Téllez Navarro MM (2005) Modelo depredador-presa y aplicación al control biológico de esciáridos (*Bradysia* sp.) (Diptera: Sciaridae), y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (Gennadius) (Hom.: Aleyrodidae) por la mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein) (Diptera: Muscidae): IV Congreso Nacional de Entomología Aplicada. Bragança, Portugal. (Abstract)
- Téllez MM & Tapia G (2005a) La mosca tigre, un depredador en los invernaderos de Almería. *Horticultura*, 183: 42-45.

- Téllez MM & Tapia G (2005b) Presencia y distribución de *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) en las principales zonas invernadas de la provincia de Almería. Bolletín de Sanidad Vegetal Plagas, 31: 335-341.
- Téllez MM & Tapia G (2006) Acción depredadora de *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) sobre otros enemigos naturales en condiciones de laboratorio. Bolletín de Sanidad Vegetal Plagas, 32: 491-498.
- Téllez MM & Tapia G (2007) Compatibilidad *Coenosia attenuata* con diversas materias activas y otros enemigos naturales, Seminario de Especialistas em Horticultura, 15: 931-938.
- Téllez MM, Tapia G, Gamez M, Cabello T & Emden HFV (2009) Predation of *Bradysia* sp. (Diptera: Sciaridae), *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) by *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) in greenhouse crops. European Journal of Entomology, 106: 199-204.
- Ugine TA, Sensenbach EJ, Sanderson JP & Wraight SP (2010) Biology and feeding requirements of larval hunter flies *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) reared on larvae of the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). Journal of Economic Entomology, 103: 1149-1158.
- Vega PB (2003) Dípteros de interés agronómico. Agromicidios plaga de cultivos hortícolas intensivos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, 33: 293 – 307.
- Zhang Y, Liu W, Wang W, Wan F & Li Q (2011) Lifetime gains and patterns of accumulation and mobilization of nutrients in females of the synovigenic parasitoid, *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), as a function of diet. Journal of Insect Physiology, 57: 1045 - 1052.

## ANEXOS

**Anexo 1** – Chave de Hennig (1964) para identificação do grupo tigrina (Kühne, 2000).



**Anexo 2 – Comprimento de presas de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*.**

**Quadro 4 – Comprimento de *Drosophila melanogaster*, n=35.**

| <b>Nº</b>            | <b>Comprimento (mm)</b> |
|----------------------|-------------------------|
| 1                    | 3                       |
| 2                    | 2,1                     |
| 3                    | 2,9                     |
| 4                    | 2,5                     |
| 5                    | 2,1                     |
| 6                    | 2,4                     |
| 7                    | 2,9                     |
| 8                    | 2,6                     |
| 9                    | 2,5                     |
| 10                   | 3                       |
| 11                   | 2,4                     |
| 12                   | 2,3                     |
| 13                   | 2,5                     |
| 14                   | 2,2                     |
| 15                   | 2,7                     |
| 16                   | 2,9                     |
| 17                   | 3                       |
| 18                   | 2,3                     |
| 19                   | 2,5                     |
| 20                   | 2,6                     |
| 21                   | 3,1                     |
| 22                   | 2,7                     |
| 23                   | 2,4                     |
| 24                   | 2,2                     |
| 25                   | 2,9                     |
| 26                   | 2,3                     |
| 27                   | 2,1                     |
| 28                   | 2,2                     |
| 29                   | 2,2                     |
| 30                   | 2,9                     |
| 31                   | 2,5                     |
| 32                   | 2,8                     |
| 33                   | 2,4                     |
| 34                   | 2,5                     |
| 35                   | 2,2                     |
| <b>Máximo</b>        | <b>3,1</b>              |
| <b>Mínimo</b>        | <b>2,1</b>              |
| <b>Média</b>         | <b>2,5</b>              |
| <b>Desvio Padrão</b> | <b>0,3</b>              |

**Quadro 5** – Comprimento de *Bradysia difformis*, n=35.

| Nº                   | Comprimento (mm) |
|----------------------|------------------|
| 1                    | 2,9              |
| 2                    | 1,9              |
| 3                    | 2                |
| 4                    | 1,8              |
| 5                    | 2,4              |
| 6                    | 2                |
| 7                    | 2,3              |
| 8                    | 2,7              |
| 9                    | 2,1              |
| 10                   | 1,7              |
| 11                   | 1,1              |
| 12                   | 2,6              |
| 13                   | 2,5              |
| 14                   | 2,8              |
| 15                   | 2                |
| 16                   | 1,7              |
| 17                   | 1,9              |
| 18                   | 3                |
| 19                   | 3,1              |
| 20                   | 2,1              |
| 21                   | 2,9              |
| 22                   | 2,4              |
| 23                   | 2,8              |
| 24                   | 3                |
| 25                   | 2,5              |
| 26                   | 3,1              |
| 27                   | 2,1              |
| 28                   | 1,9              |
| 29                   | 2,1              |
| 30                   | 2,9              |
| 31                   | 2,2              |
| 32                   | 2,9              |
| 33                   | 2,4              |
| 34                   | 1,6              |
| 35                   | 1,5              |
| <b>Máximo</b>        | <b>3,1</b>       |
| <b>Mínimo</b>        | <b>1,1</b>       |
| <b>Média</b>         | <b>2,3</b>       |
| <b>Desvio Padrão</b> | <b>0,5</b>       |



### **Anexo 3 – Receita da dieta alimentar de *Drosophila melanogaster*.**

**Quadro 6 - Ingredientes e respectivas quantidades da dieta alimentar de *D. melanogaster*.**

| <b>Ingredientes</b>                              | <b>Quantidades</b> |
|--|--------------------|
| Extracto de levedura (consistência tipo Provida) | 20 g               |
| Farinha de milho                                 | 70 g               |
| Ágar-Ágar ( consistência tipo Provida)           | 10 g               |
| Açúcar   | 75 g               |
| Extracto de malte                                | 45 g               |
| Água a ferver                                    | 1100 ml            |
| Nipagina   | 25 ml              |

### **Anexo 4 – Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, em diferentes presas.**

**Quadro 7 - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a *Diglyphus isaea*.**

| <b>Localização do orifício</b>   | <b>Nº de orifício observados</b> | <b>% de orifícios observados</b> |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Pecíolo</b>                   | 3                                | 5,88                             |
| <b>Abdómen - ventral</b>         | 1                                | 1,96                             |
| <b>Abdómen - dorsal</b>          | 1                                | 1,96                             |
| <b>Inserção pata - anterior</b>  | 9                                | 17,65                            |
| <b>Entre patas - anteriores</b>  | 1                                | 1,96                             |
| <b>Protórax - lateral</b>        | 1                                | 1,96                             |
| <b>Protórax - dorsal</b>         | 2                                | 3,92                             |
| <b>Occipúcio tórax - dorsal</b>  | 29                               | 56,86                            |
| <b>Occipúcio Tórax - ventral</b> | 1                                | 1,96                             |
| <b>Cabeça</b>                    | 3                                | 5,88                             |
| <b>Total</b>                     | <b>51</b>                        | <b>100,00</b>                    |

**Quadro 8** - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a *Nesidiocoris tenuis*

| Localização do orifício   | Nº de orifícios observados | % de orifícios observados |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Abdómen - ventral         | 4                          | 6,6                       |
| Inserção asa anterior     | 4                          | 6,6                       |
| Inserção pata - média     | 4                          | 6,6                       |
| Inserção pata - posterior | 4                          | 6,6                       |
| Inserção pata - anterior  | 35                         | 57,4                      |
| Entre patas - anteriores  | 8                          | 13,1                      |
| Tórax ventral             | 1                          | 1,6                       |
| Occipúcio cabeça - dorsal | 1                          | 1,6                       |
| <b>Total</b>              | <b>61</b>                  | <b>100,0</b>              |

**Quadro 9** - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a *Bradysia difformis*

| Localização do orifício   | Nº de orifício observados | % de orifícios observados |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Abdómen - ventral         | 1                         | 2,27                      |
| Abdómen - dorsal          | 1                         | 2,27                      |
| Inserção pata - anterior  | 2                         | 4,55                      |
| Inserção asa              | 9                         | 20,45                     |
| Occipúcio tórax - ventral | 5                         | 11,36                     |
| Occipúcio tórax - dorsal  | 25                        | 56,82                     |
| Vértice                   | 1                         | 2,27                      |
| <b>Total</b>              | <b>44</b>                 | <b>100,00</b>             |

**Quadro 10** - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a *Liriomyza huidobrensis*

| Localização do orifício    | Nº de orifícios observados | % de orifícios observados |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Abdómen - dorsal           | 2                          | 2                         |
| Abdómen - lateral          | 2                          | 2                         |
| Abdómen - ventral          | 1                          | 1                         |
| Inserção pata - anterior   | 9                          | 9                         |
| Inserção asa - anterior    | 6                          | 6                         |
| Occipúcio tórax - dorsal   | 30                         | 30                        |
| Occipúcio tórax - ventral  | 15                         | 15                        |
| Occipúcio cabeça - dorsal  | 2                          | 2                         |
| Occipúcio cabeça - ventral | 6                          | 6                         |
| Entre antenas              | 1                          | 1                         |
| Vértice                    | 1                          | 1                         |
| Fronte                     | 3                          | 3                         |
| Olhos                      | 3                          | 3                         |
| Armadura bucal             | 19                         | 19                        |
| <b>Total</b>               | <b>100</b>                 | <b>100</b>                |

**Quadro 11** - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a *Trialeurodes vaporariorum*.

| Localização dos orifícios | Nº de orifícios observados | % de orifícios observados |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Abdómen                   | 3                          | 2,52                      |
| Metatórax                 | 3                          | 2,52                      |
| Inserção asas - anterior  | 6                          | 5,04                      |
| Asas                      | 1                          | 0,84                      |
| Notum                     | 9                          | 7,56                      |
| Inserção pata - média     | 5                          | 4,20                      |
| Mesotórax                 | 2                          | 1,68                      |
| Inserção pata - anterior  | 16                         | 13,45                     |
| Protórax - lateral        | 2                          | 1,68                      |
| Protórax - dorsal         | 2                          | 1,68                      |
| Protórax - ventral        | 2                          | 1,68                      |
| Occipúcio tórax - ventral | 7                          | 5,88                      |
| Occipúcio tórax - dorsal  | 38                         | 31,93                     |
| Inserção antena           | 1                          | 0,84                      |
| Vértice                   | 4                          | 3,36                      |
| Fronte                    | 1                          | 0,84                      |
| Olhos                     | 11                         | 9,24                      |
| Armadura bucal            | 6                          | 5,04                      |
| <b>Total</b>              | <b>119</b>                 | <b>100,00</b>             |

**Quadro 12** - Localização dos orifícios provocados pela predação de mosca-tigre, *Coenosia attenuata*, a *Drosophila melanogaster*.

| Localização dos orifícios  | Nº de orifícios observados | % de orifícios observados |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Abdômen - ventral          | 3                          | 2,26                      |
| Abdômen - dorsal           | 3                          | 2,26                      |
| Inserção pata - posterior  | 5                          | 3,76                      |
| Inserção pata - média      | 4                          | 3,01                      |
| Inserção pata - anterior   | 19                         | 14,29                     |
| Protórax                   | 2                          | 1,50                      |
| Occipúcio tórax - dorsal   | 23                         | 17,29                     |
| Occipúcio tórax - ventral  | 21                         | 15,79                     |
| Occipúcio cabeça- dorsal   | 14                         | 10,53                     |
| Occipúcio cabeça - ventral | 1                          | 0,75                      |
| Inserção antena            | 1                          | 0,75                      |
| Entre antenas              | 8                          | 6,02                      |
| Vértice                    | 1                          | 0,75                      |
| Fronte                     | 5                          | 3,76                      |
| Olhos                      | 3                          | 2,26                      |
| Armadura bucal             | 20                         | 15,04                     |
| <b>Total</b>               | <b>133</b>                 | <b>100,00</b>             |

**Anexo 5 – Número de patas utilizadas por mosca-tigre (*Coenosia attenuata*) para segurar a presa durante a predação de diferentes presas.**

**Quadro 13 – Número de patas utilizadas por mosca-tigre (*Coenosia attenuata*) para segurar drosófilas, *Drosophila melanogaster* durante a predação.**

| Observação     | 2 patas    | 3 patas    | 4 patas     | 5 patas    | 6 patas     |            |
|----------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 1              |            |            | 1           |            |             |            |
| 2              |            | 1          |             |            |             |            |
| 3              |            | 1          |             |            |             |            |
| 4              | 1          |            |             |            |             |            |
| 5              |            |            |             |            | 1           |            |
| 6              |            |            | 1           |            |             |            |
| 7              |            |            | 1           |            |             |            |
| 8              | 1          |            |             |            |             |            |
| 9              |            |            | 1           |            |             |            |
| 10             |            |            |             |            | 1           |            |
| 11             |            |            |             |            | 1           |            |
| 12             |            | 1          |             |            |             |            |
| 13             |            |            |             |            | 1           |            |
| 14             |            |            |             |            | 1           |            |
| 15             |            |            |             | 1          |             |            |
| 16             |            |            |             |            | 1           |            |
| 17             |            |            |             |            | 1           |            |
| 18             |            |            |             |            | 1           |            |
| 19             |            |            |             |            | 1           |            |
| 20             |            |            |             |            | 1           |            |
| 21             |            |            |             |            | 1           |            |
| 22             |            |            |             |            | 1           |            |
| 23             |            |            |             |            | 1           |            |
| 24             |            |            |             |            | 1           |            |
| 25             |            |            |             |            | 1           |            |
| 26             |            |            |             |            | 1           |            |
| 27             |            |            |             |            | 1           |            |
| 28             |            |            |             |            | 1           |            |
| 29             |            |            | 1           |            |             |            |
| 30             |            |            | 1           |            |             |            |
| 31             |            |            |             |            | 1           |            |
| 32             |            |            |             |            | 1           |            |
| <b>Total</b>   | <b>2</b>   | <b>3</b>   | <b>6</b>    | <b>1</b>   | <b>20</b>   | <b>32</b>  |
| <b>Total %</b> | <b>6,3</b> | <b>9,4</b> | <b>18,8</b> | <b>3,1</b> | <b>62,5</b> | <b>100</b> |

**Quadro 14** – Número de patas utilizadas por mosca-tigre (*Coenosia attenuata*) para segurar mirídeos, *Nesidiocoris tenuis*, durante a predação.

| Observação     | 2 patas   | 3 patas     | 4 patas   | 5 patas    | 6 patas     |            |
|----------------|-----------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|
| 1              |           |             | 1         |            |             |            |
| 2              |           |             | 1         |            |             |            |
| 3              |           | 1           |           |            |             |            |
| 4              |           |             |           | 1          |             |            |
| 5              |           | 1           |           |            |             |            |
| 6              |           | 1           |           |            |             |            |
| 7              |           |             | 1         |            |             |            |
| 8              |           |             | 1         |            |             |            |
| 9              |           |             |           |            | 1           |            |
| 10             |           |             | 1         |            |             |            |
| 11             | 1         |             |           |            |             |            |
| 12             | 1         |             |           |            |             |            |
| 13             |           |             |           |            | 1           |            |
| 14             |           |             | 1         |            |             |            |
| 15             | 1         |             |           |            |             |            |
| 16             |           | 1           |           |            |             |            |
| 17             |           |             |           |            | 1           |            |
| 18             |           | 1           |           |            |             |            |
| 19             |           |             |           |            | 1           |            |
| 20             |           |             | 1         |            |             |            |
| 21             |           |             |           |            | 1           |            |
| 22             |           |             | 1         |            |             |            |
| 23             |           |             |           |            | 1           |            |
| 24             |           |             | 1         |            |             |            |
| 25             |           |             | 1         |            |             |            |
| 26             |           |             | 1         |            |             |            |
| 27             |           |             |           |            | 1           |            |
| 28             |           |             |           |            | 1           |            |
| 29             |           |             |           | 1          |             |            |
| 30             |           |             | 1         |            |             |            |
| <b>Total</b>   | <b>3</b>  | <b>5</b>    | <b>12</b> | <b>2</b>   | <b>8</b>    | <b>30</b>  |
| <b>Total %</b> | <b>10</b> | <b>16,7</b> | <b>40</b> | <b>6,7</b> | <b>26,7</b> | <b>100</b> |

**Quadro 15** – Número de patas utilizadas por mosca-tigre (*Coenosia attenuata*) para segurar esciarídeos, *Bradysia difformis*, durante a predação.

| Observação     | 2 patas   | 3 patas   | 4 patas    | 5 patas    | 6 patas    |            |
|----------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 1              | 1         |           |            |            |            |            |
| 2              |           |           | 1          |            |            |            |
| 3              | 1         |           |            |            |            |            |
| 4              | 1         |           |            |            |            |            |
| 5              | 1         |           |            |            |            |            |
| 6              | 1         |           |            |            |            |            |
| 7              | 1         |           |            |            |            |            |
| 8              | 1         |           |            |            |            |            |
| 9              | 1         |           |            |            |            |            |
| 10             | 1         |           |            |            |            |            |
| 11             |           | 1         |            |            |            |            |
| 12             | 1         |           |            |            |            |            |
| 13             | 1         |           |            |            |            |            |
| 14             | 1         |           |            |            |            |            |
| 15             | 1         |           |            |            |            |            |
| 16             | 1         |           |            |            |            |            |
| 17             | 1         |           |            |            |            |            |
| 18             | 1         |           |            |            |            |            |
| 19             | 1         |           |            |            |            |            |
| 20             | 1         |           |            |            |            |            |
| 21             | 1         |           |            |            |            |            |
| 22             | 1         |           |            |            |            |            |
| 23             |           |           | 1          |            |            |            |
| 24             | 1         |           |            |            |            |            |
| 25             | 1         |           |            |            |            |            |
| 26             | 1         |           |            |            |            |            |
| 27             |           | 1         |            |            |            |            |
| 28             | 1         |           |            |            |            |            |
| 29             |           |           |            |            | 1          |            |
| 30             |           | 1         |            |            |            |            |
| <b>Total</b>   | <b>24</b> | <b>3</b>  | <b>2</b>   | <b>0</b>   | <b>1</b>   | <b>30</b>  |
| <b>Total %</b> | <b>80</b> | <b>10</b> | <b>6,7</b> | <b>0,0</b> | <b>3,3</b> | <b>100</b> |

**Anexo 6 –** Influência da cor das presas na predação por mosca-tigre, *Coenosia attenuata*.

**Quadro 16** – Resultados dos ensaios de dupla escolha, em função da coloração da presa: vermelho *versus* testemunha

| <b>Data</b>    | <b>Vermelho</b> | <b>Testemunha</b> | <b>Tempo até predar (minutos)</b> |
|----------------|-----------------|-------------------|-----------------------------------|
| 31-Mai         | 1               |                   | 5                                 |
| 31-Mai         | 1               |                   | 25                                |
| 31-Mai         |                 | 1                 | 60                                |
| 31-Mai         |                 | 1                 | 4                                 |
| 31-Mai         |                 | 1                 | 4                                 |
| 31-Mai         | 1               |                   | 10                                |
| 28-Jun         |                 | 1                 | 20                                |
| 28-Jun         | 1               |                   | 50                                |
| 28-Jun         |                 | 1                 | 27                                |
| 30-Jul         | 1               |                   | 58                                |
| 30-Jul         |                 | 1                 | 6                                 |
| 05-Jul         |                 | 1                 | 50                                |
| 06-Jul         | 1               |                   | 20                                |
| 08-Jul         | 1               |                   | 23                                |
| 13-Jul         | 1               |                   | 2                                 |
| 13-Jul         |                 | 1                 | 12                                |
| 13-Jul         |                 | 1                 | 2                                 |
| 25-Jul         |                 | 1                 | 19                                |
| 25-Jul         |                 | 1                 | 15                                |
| 25-Jul         |                 | 1                 | 29                                |
| 02-Ago         |                 | 1                 | 17                                |
| 02-Ago         |                 | 1                 | 44                                |
| 03-Ago         | 1               |                   | 4                                 |
| 03-Ago         |                 | 1                 | 68                                |
| 04-Ago         | 1               |                   | 20                                |
| 08-Ago         |                 | 1                 | 4                                 |
| 08-Ago         |                 | 1                 | 16                                |
| 08-Ago         |                 | 1                 | 58                                |
| 09-Ago         | 1               |                   | 22                                |
| 09-Ago         |                 | 1                 | 68                                |
| <b>Total</b>   | <b>11</b>       | <b>19</b>         | <b>30</b>                         |
| <b>Total %</b> | <b>36,7</b>     | <b>63,3</b>       | <b>100</b>                        |



**Quadro 17** – Resultados dos ensaios de dupla escolha, em função da coloração da presa: azul *versus* testemunha.

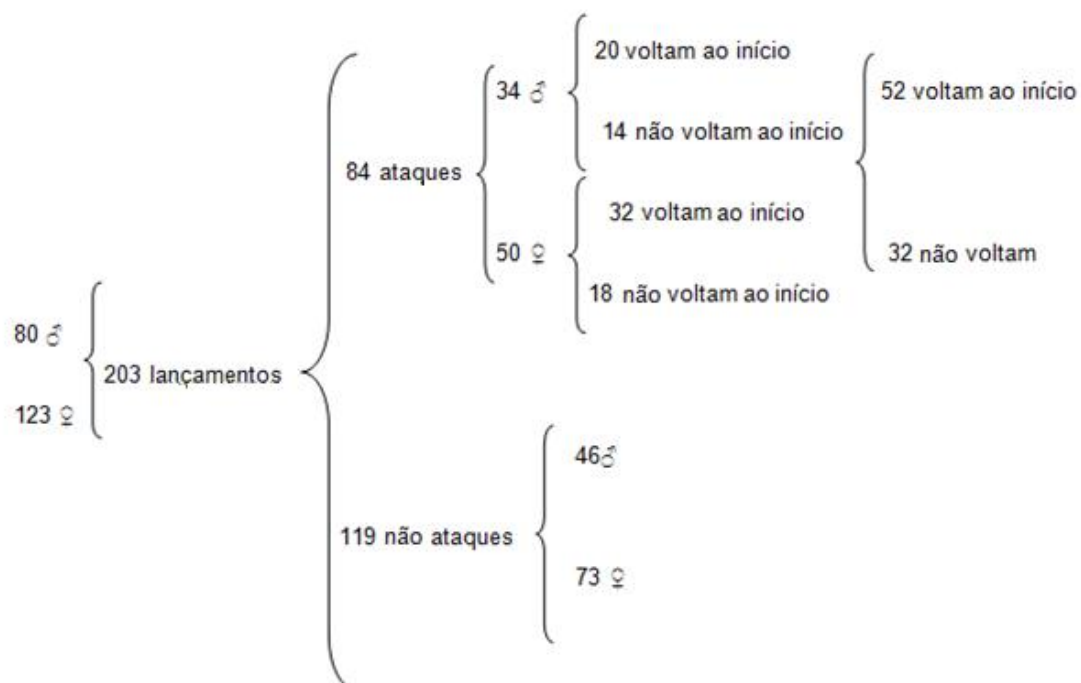
| <b>Data</b>    | <b>Azul</b> | <b>Testemunha</b> | <b>Tempo até predar (minutos)</b> |
|----------------|-------------|-------------------|-----------------------------------|
| 31-Mai         | 1           |                   | 20                                |
| 31-Mai         |             | 1                 | 100                               |
| 31-Mai         |             | 1                 | 0                                 |
| 31-Mai         |             | 1                 | 2                                 |
| 31-Mai         | 1           |                   | 7                                 |
| 28-Jun         |             | 1                 | 30                                |
| 30-Jun         | 1           |                   | 45                                |
| 30-Jun         | 1           |                   | 14                                |
| 05-Jul         | 1           |                   | 45                                |
| 06-Jul         |             | 1                 | 15                                |
| 06-Jul         |             | 1                 | 1                                 |
| 06-Jul         | 1           |                   | 30                                |
| 13-Jul         | 1           |                   | 2                                 |
| 13-Jul         |             | 1                 | 11                                |
| 13-Jul         |             | 1                 | 1                                 |
| 13-Jul         |             | 1                 | 30                                |
| 13-Jul         | 1           |                   | 28                                |
| 25-Jul         | 1           |                   | 33                                |
| 25-Jul         |             | 1                 | 45                                |
| 02-Ago         | 1           |                   | 13                                |
| 02-Ago         |             | 1                 | 44                                |
| 02-Ago         | 1           |                   | 117                               |
| 02-Ago         | 1           |                   | 57                                |
| 03-Ago         |             | 1                 | 18                                |
| 03-Ago         | 1           |                   | 53                                |
| 03-Ago         |             | 1                 | 66                                |
| 03-Ago         |             | 1                 | 34                                |
| 04-Ago         |             | 1                 | 16                                |
| 04-Ago         |             | 1                 | 56                                |
| 04-Ago         |             | 1                 | 19                                |
| 04-Ago         | 1           |                   | 72                                |
| <b>Total</b>   | <b>14</b>   | <b>17</b>         | <b>31</b>                         |
| <b>Total %</b> | <b>54,8</b> | <b>45,2</b>       | <b>100,0</b>                      |

**Quadro 18** – Resultados dos ensaios de dupla escolha, em função da coloração da presa: azul *versus* vermelho.

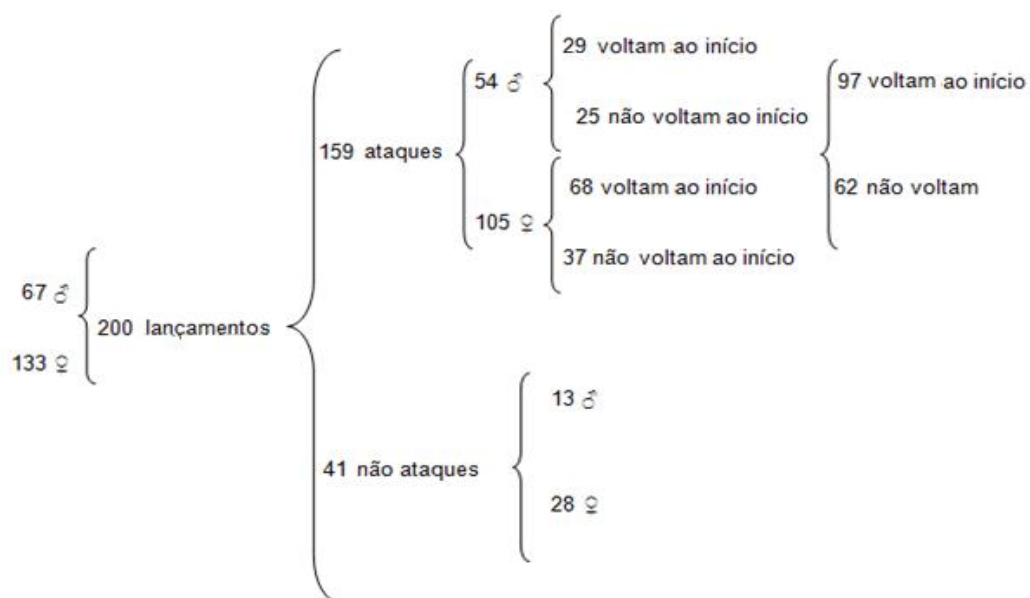
| <b>Data</b>    | <b>Azul</b>  | <b>Vermelho</b> | <b>Tempo até predar (minutos)</b> |
|----------------|--------------|-----------------|-----------------------------------|
| 26-Ago         | 1            |                 | 41                                |
| 29-Ago         |              | 1               | 131                               |
| 30-Ago         |              | 1               | 50                                |
| 30-Ago         |              | 1               | 37                                |
| 30-Ago         | 1            |                 | 4                                 |
| 31-Ago         |              | 1               | 50                                |
| 31-Ago         | 1            |                 | 66                                |
| 31-Ago         | 1            |                 | 73                                |
| 31-Ago         |              | 1               | 129                               |
| 01-Set         | 1            |                 | 101                               |
| 01-Set         |              | 1               | 105                               |
| 01-Set         |              | 1               | 121                               |
| 01-Set         | 1            |                 | 41                                |
| 01-Set         |              | 1               | 39                                |
| 01-Set         |              | 1               | 85                                |
| 01-Set         |              | 1               | 89                                |
| 02-Set         | 1            |                 | 39                                |
| 02-Set         |              | 1               | 59                                |
| 02-Set         | 1            |                 | 6                                 |
| 02-Set         | 1            |                 | 16                                |
| 05-Set         | 1            |                 | 35                                |
| 05-Set         |              | 1               | 44                                |
| 05-Set         |              | 1               | 80                                |
| 05-Set         |              | 1               | 42                                |
| 05-Set         | 1            |                 | 42                                |
| 06-Set         |              | 1               | 37                                |
| 06-Set         |              | 1               | 44                                |
| 09-Set         |              | 1               | 59                                |
| 09-Set         |              | 1               | 31                                |
| 12-Set         |              | 1               | 58                                |
| 12-Set         |              | 1               | 55                                |
| <b>Total</b>   | <b>11</b>    | <b>20</b>       | <b>31</b>                         |
| <b>Total %</b> | <b>35,48</b> | <b>64,52</b>    | <b>100,00</b>                     |

**Anexo 7 – Importância da direcção do voo da presa no ataque por mosca-tigre, *Coenosia attenuata* – resultados**

**a – Lançamentos verticais (cima para baixo)**

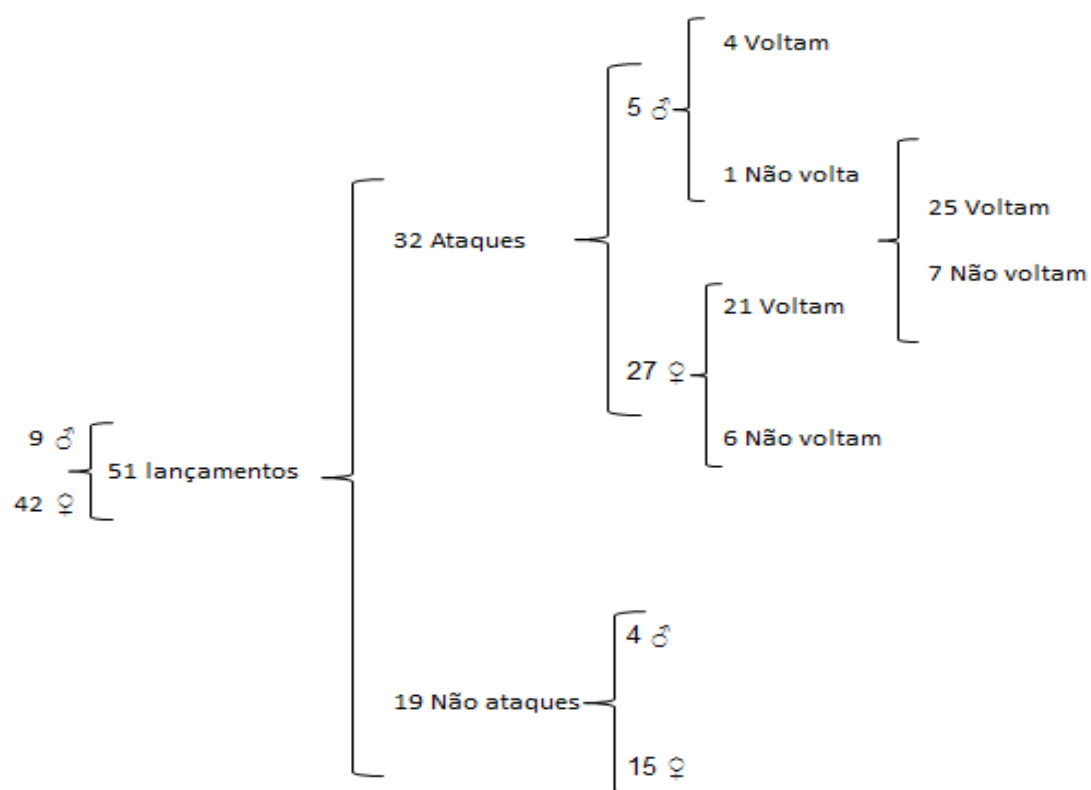


**b – Lançamentos horizontais**

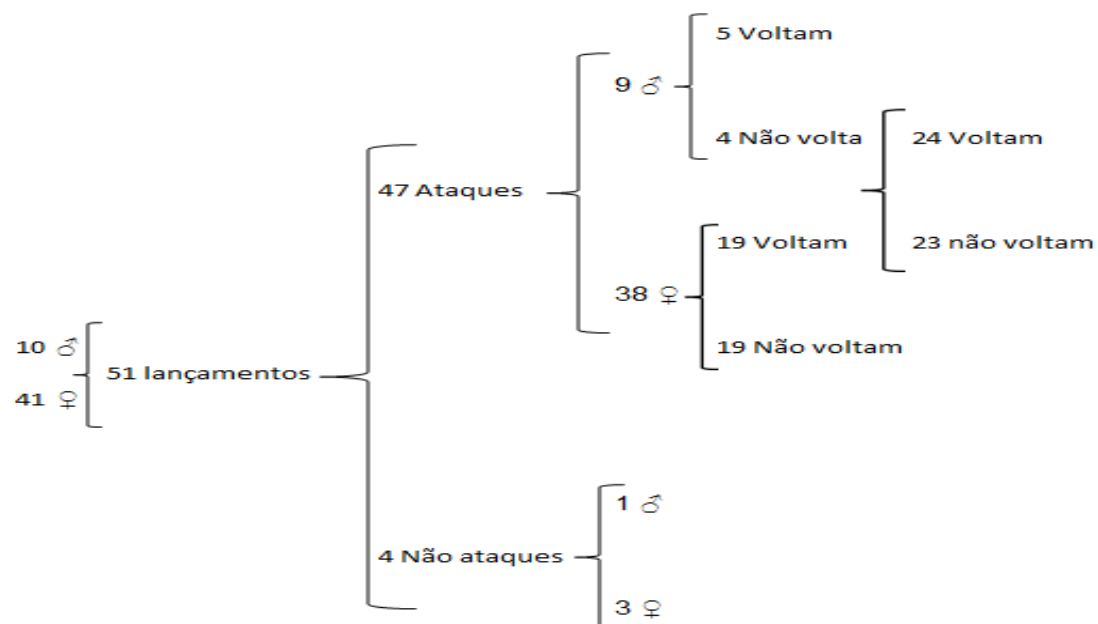


**Figura 42–** Lançamentos efectuados nos dias 7 e 21 de Junho. **a** – direcção vertical (cima para baixo), **b** – direcção horizontal

c – Lançamento vertical (cima para baixo)

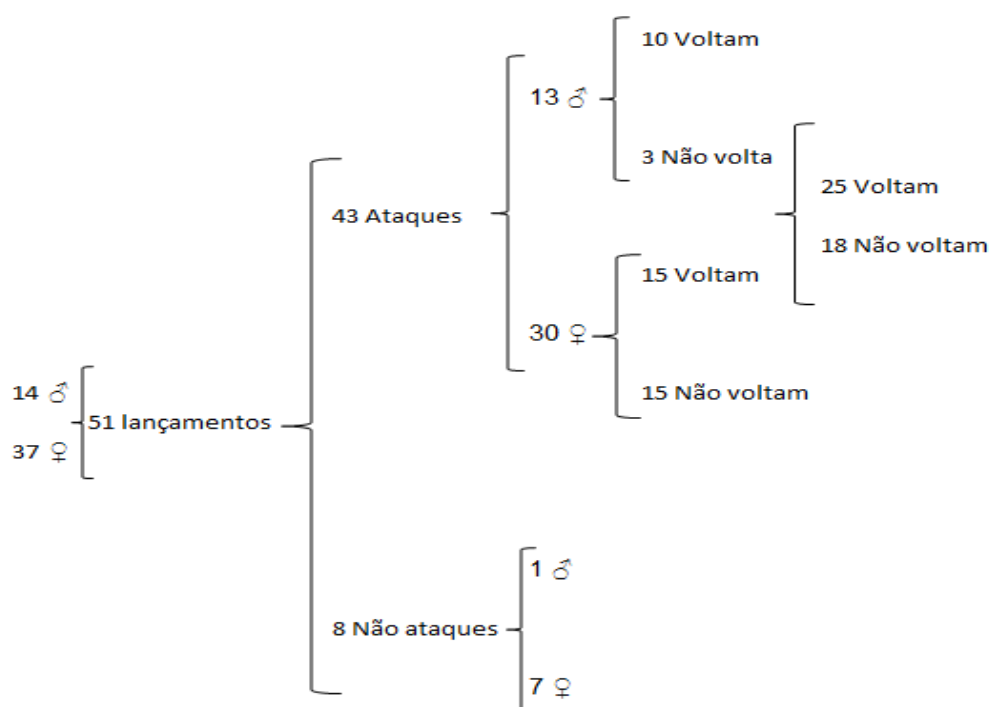


d – Lançamento vertical (baixo para cima)

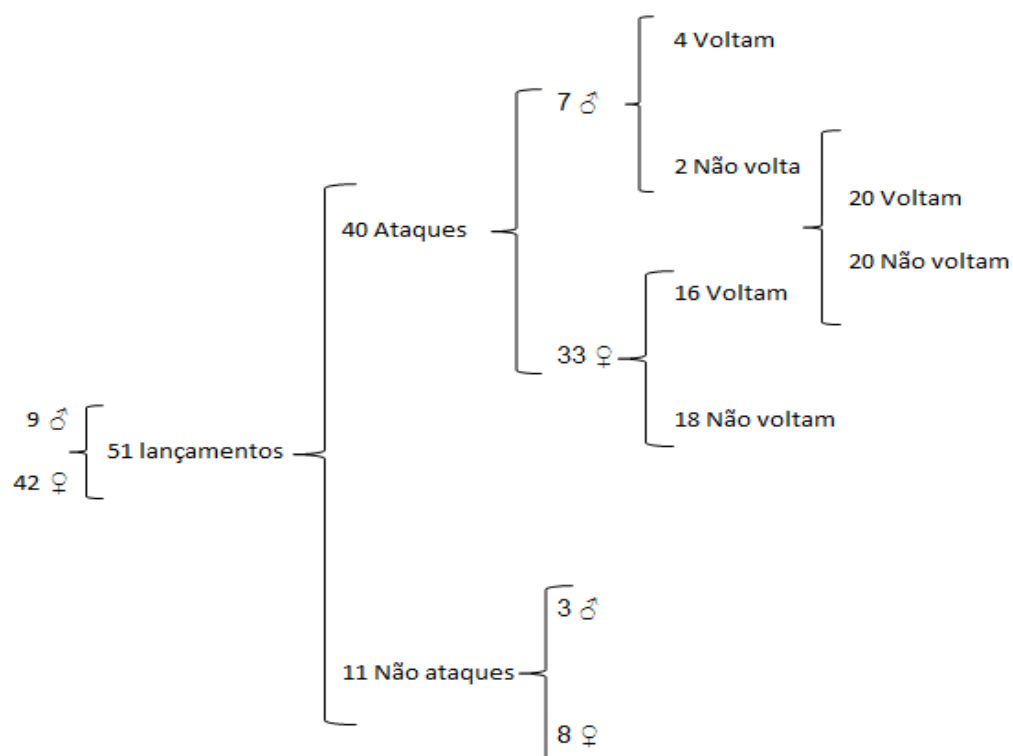


**Figura 43 (início)** - Lançamentos efectuados no dia 6 de Setembro. **c** – lançamento vertical (cima para baixo), **d** – lançamento vertical (baixo para cima)

e - Lançamento horizontal (direita para a esquerda)



f – Lançamento horizontal (esquerda para a direita)



**Figura 43 (cont.)** - Lançamentos efectuados no dia 6 de Setembro. **c** – lançamento vertical (cima para baixo), **d** – lançamento vertical (baixo para cima), **e** – lançamento horizontal (direita para a esquerda) **f** – lançamento horizontal (esquerda para a direita).